ВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА
Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующим кафедрой
«Технических дисциплин»
(наименование кафедры)

к.т.н.
(ученая степень, звание)

Д.М. Ларинин
(Ф.И.О.)

«____»_____2018 г.

Модернизация энергетической установки буксира - толкача « ОТ-2107».
(тема дипломного проекта)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА ПФв-04.221.120.01 ПЗ

Разработал студент Лузин Денис Анатольевич

Руководитель проекта
Колыванов Владимир Викторович

Консультанты:

_____ _____ _____
_____ _____ _____
_____ _____ _____
_____ _____ _____

Нормоконтроль:

_____ _____ _____
(ученая степень, звание) (подпись и дата) (Ф.И.О.)

2018 г.

ВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Кафедра «Технических дисциплин»_____
Специальность 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

У т в е р ж д а ю:
Зав. кафедрой _Д.М. Ларинин____
«____»_____2018 г.

ЗАДАНИЕ
ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ СТУДЕНТА

Лузин Денис Анатольевич
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема проекта (работы): Модернизация энергетической установки буксира - толкача « ОТ-2107».

Утверждена приказом по университету от «___»_____20___г. №_____

2. Срок сдачи студентом законченного проекта _____
3. Исходные данные к проекту: Техническая документация буксира-толкача ОТ-2107.
4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

1 Обоснование задач модернизации
2. Модернизация главной судовой энергетической установки
3. Расчет систем, обслуживающих энергетическую установку, принципиальные схемы
4.Расчет теплопотребности судна
5. Описание котельной установки судна
6.Модернизация системы подготовки тяжелого топлива
7.Технологический процесс монтажа утилизационного водогрейного котла
8.Охрана труда
9.Технико-экономический расчет и технико-экономические показатели

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)
   1. Система топливная. Схема принципиальная.
   2. Система охлаждения. Схема принципиальная.
   3. Расположение механизмов и оборудования в машинном помещении
   4. Топочное устройство модернизированного котла КОАВ-200 чертеж общего вида.
   5. Котел утилизационный водогрейный. Чертеж общего вида.
   6. Система теплоснабжения. Схема совмещенная.

7. Контрольная, монтажная, подготовительная, сверлильная.
8. Технико-экономические показатели.

6. Консультанты по проекту :

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
Технологический	Ларинин Д.М.		
Экономический	Задровский П.В.		
Охрана труда	Приходько С.Н.		

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель _____
(подпись)

Задание принял к исполнению_____
(подпись)

2018 г.

Перв. примен.	XXX/XXX-XX-XXXXX
Справ. №	
Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подп.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФв-04.720.120.01ПЗ		
Разраб.		Фамилия		xx.xx.xx	Название документа	Лит	Лист	Листов
Пров.		Фамилия		xx.xx.xx			4	106
Н. контр.		Фамилия		xx.xx.xx				
Утв.		Фамилия		xx.xx.xx				

Содержание

ВВЕДЕНИЕ 6
1. Обоснование задач модернизации 7
2.Модернизация главной судовой энергетической установки 20
3. Расчет систем, обслуживающих энергетическую установку, принципиальные схемы 32
4. Расчет теплопотребности судна 47
4.1 Описание котельной установки судна 47
5. Модернизация системы подготовки тяжелого топлива 58
6. Технологический процесс монтажа утилизационного водогрейного котла 62
7. Охрана труда 66
8. Технико-экономический расчет и технико-экономические показатели ... 82
Приложение А ..... **Ошибка! Закладка не о**
Приложение Б 109

ВВЕДЕНИЕ

Основными требованиями к судовым источникам энергии являются: обеспечение необходимой автономности судов; минимально-допустимое влияние на провозоспособность судов и окружающую среду; иметь достаточные запасы и обеспечивать возможность пополнения их на судне; иметь относительно небольшую стоимость, возможность управления процессом использования и приемлемые затраты на подготовку к использованию в судовых условиях.

В настоящее время основным судовым источником энергии на речном флоте является жидкое нефтяное топливо, которое в той или иной степени удовлетворяет указанным требованиям. Структура топливопотребления следующая: 77% - дизельное топливо, 17% - газотурбинное, 4%- моторное, остальное - мазут. В общем балансе потребления топливно - энергетических ресурсов (ТЭР) страны доля речного транспорта незначительна (около 2%, но, учитывая, что запасы потребляемого нефтяного топлива ограничены, использование его сопровождается отрицательным влиянием на окружающую среду и непрерывным повышением стоимости, проблема поиска альтернативных энергоносителей является актуальной и для внутреннего водного транспорта. Переход к рыночным отношениям, в том числе и в судоходных компаниях, потребовал проведения работ по усовершенствованию судовых энергетических установок с целью повышения их технико-экономических показателей, а именно применения на них в качестве главных и вспомогательных энергетических средств, современных и перспективных дизелей. Основной целью является обеспечение надежности, экономичности и высокой степени автоматизации энергетических установок, а также конкурентоспособности и уменьшения стоимости перевозок грузов при высокой маневренности всех видов судов. В процессе развития мирового дизелестроения выделились основные пути совершенствования дизелей: стабильный рост среднего эффективного давления, снижение расхода топлива, повышение надежности двигателей.

1. Обоснование задач модернизации
1.1 Общие сведения о судне проекта 428.2

Рисунок 1.1 - Толкач-буксир ОТ-2107.

Место постройки завод Ganz Danubius Budapesht (Венгрия, г. Будапешт). Головное судно ОТ-2101 было построено в 1976 году. Судно-прототип ОТ-2107 было построено в 1977 году. Судно двухвинтовое с прямой передачей на движитель. В качестве главной судовой энергетической установки использованы два дизельных двигателя марки 6ЧРН 36/45 (Г70-5), суммарной мощностью 2000 л.с. при номинальной частоте вращения 350 мин$^{-1}$. Пуск СЭУ, а также дизель генераторов (ДГР150/750) производится сжатым воздухом, номинальное давление в баллонах 3 МПа.

Материал корпуса и надстроек судна выполнен из стали марок: ВСт3сп4, ВСт3сп2, система набора – поперечная, ледовое подкрепление выполнено для плавания в битом льду.

Надстройка выполнена в четыре яруса на главной, шлюпочной, промежуточной палубах и ходовом мостике. Судно предназначено для толкания и буксировки сухогрузных составов и барж, а также нефтеналивных барж с нефтепродуктами, имеющими температуру вспышки свыше 45 градусов по Цельсию. В качестве движителей использованы гребные винты диаметром 1,71 метра находящиеся в рулевых поворотных насадках. Суда данного типа в значительной части используются в России на ВВП, крупных озерах западной части, а также в прибрежных зонах Балтийского, Азовского и Каспийского морей.

Таблица 1.1 - Характеристики судна проекта 428.2

N п/п	**Параметры, единицы измерения**	**Численные Значения**
1	Тип:	Толкач-буксир
2	Класс	О (лед)
3	Размеры судна габаритные, м:	
	длина	45,43
	ширина	12,02
	высота от ОЛ до верхней кромки несъемных частей	15,20
	Размеры корпуса расчетные, м:	
	длина	43,950
	ширина	11,580
	высота борта	3,305
	высота надводного борта	1,145
4	Водоизмещение с полными запасами, т:	714,4
5	Тяговое усилие, тс:	
	при скорости 11 км/ч	16,9
	на швартовах	22,5
6	Мощность, кВт:	1470
7	Осадка, м:	2,14
8	Скорость судна без состава на глу-	

	бокой тихой воде при осадке 1,9 метра, км/ч:	23
9	Число мест для экипажа:	18
10	Автономность, сут:	12
11	Тип движителя:	ГВ
12	Количество движителей:	2

Таблица 1.2 - Характеристика основных элементов энергетической установки судна

Главные двигатели:		
	Количество:	2
	Марка:	6ЧРН 36/45 (Г70-5)
	Мощность, кВт:	735
	Частота вращения, мин$^{-1}$:	350
	Род топлива:	Дизельное
Главная передача:		
	Тип:	Прямая
Дизель-генераторы		
	Количество:	2
	Марка:	ДГР 150/750
	Дизель:	6ЧН 18/22
	Мощность, кВт:	150
	Частота вращения, мин$^{-1}$:	750
	Род топлива:	Дизельное

1.2 Анализ современных требований к СЭУ судов и пути их достижения

С ростом грузоподъёмности и скорости хода судов увеличивается их энергооснащенность и мощность главных двигателей (ГД). В связи с этим СЭУ, затраты на которые составляют около 35% общей строительной стоимости судов, оказывают большое влияние на технико-эксплуатационные и экономические показатели флота. Большое значение в повышении эффективности работы речного транспорта имеет техническая эксплуатация флота - на неё приходится около 50% расходов, отнесённых на себестоимость перевозок грузов и пассажиров.

С учетом указанного, современная СЭУ должна удовлетворять следующим основным технико-экономическим и эксплуатационным требованиям:

- быть экономичной, т. е. строительная стоимость и эксплуатационные затраты на неё должны быть оптимальными;

- главная СЭУ должна обеспечивать заданную скорость хода судна, обладать достаточными маневренными качествами на всех режимах его движения и иметь высокий моторесурс;

- снабжать потребителей различными видами энергии, при высокой экономичности процессов превращения тепловой энергии в механическую и электрическую;

- процессы управления и регулирования должны быть автоматизированы;

- быть надёжной, т. е. иметь оптимальную вероятность безотказной работы, требовать минимальное время на устранение неисправностей и сохранять работоспособность в аварийных ситуациях;

- при работе не оказывать вредного воздействия на обслуживающий персонал, пассажиров и не загрязнять окружающую среду;

- иметь малые габариты и массу.

Широкому распространению дизелей в СЭУ способствует непрерывное улучшение их технико-экономических показателей путём совершенствова-

ния наддува и рабочего процесса, применения тяжёлых сортов топлива, использования двухконтурной системы охлаждения, повышения надёжности и моторесурса, автоматизации процессов управления, контроля и диагностирования.

Дальнейшее повышение экономичности судовых дизелей в основном должно происходить за счёт утилизации теплоты выпускных газов и охлаждающей дизель воды. Теплота, получаемая в утилизационном котле, работающем на выпускных газах, и охлаждающей дизель воды может быть использована в системе теплоснабжения судна или для получения искусственного холода. На теплоходах с большими агрегатными мощностями, работающих длительное время на постоянном режиме и потребляющих большое количество электроэнергии, пар, получаемый в утилизационных котлах, можно использовать в паровой турбине турбоэлектрогенератора.

Повышение экономичности СЭУ тесно связано с увеличением уровня их надёжности и ресурса. Поэтому на перспективу предусматривается увеличение ресурса дизелей, приближение сроков службы дизеля к срокам службы судна, увеличение сроков службы до первого капитального ремонта, сроков необслуживаемой работы, что позволит значительно снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт.

Эффективное использование СЭУ, надёжная их эксплуатация и высокая производительность труда обслуживающего персонала обеспечиваются комплексной автоматизацией установки. Автоматизированные СЭУ с без вахтенным обслуживанием получили широкое распространение на судах речного флота.

В настоящее время современных двигателей на речном флоте крайне мало. К их числу можно отнести только установленные на судах недавней постройки. Что касается эксплуатируемых судов, то двигатели на них меняются только в исключительных случаях. Причем иногда в качестве замены используются автотракторные и тепловозные двигатели, конвертированные в судовые. Суммарное количество новых двигателей не превышает 15% от общего их числа.

Одной из важнейших особенностей парка является преобладание в его составе двигателей, имеющих относительно невысокую агрегатную мощность и небольшие размеры цилиндро - поршневой группы.

Это в значительной мере связано с необходимостью обеспечения перевозок грузов по рекам Севера, Сибири, Дальнего Востока с малыми гарантированными глубинами.

Двигатели повышенной оборотности (750-1500 об/мин) составляют более 20% от общего количества дизелей, а высокооборотные (>1500 об/мин) – 45%.

Для таких двигателей характерны повышенная жёсткость рабочего процесса, более высокие, чем у малооборотных дизелей, температуры отработавших газов, что сопряжено со значительной механо-, тепло- и вибронагруженностью деталей остова.

Несмотря на предпринятые в последние два десятилетия усилия, отечественное дизелестроение, в целом, отстаёт от современного уровня, прежде всего по экономичности, ресурсу, трудоёмкости технического обслуживания и степени автоматизации судовых дизелей. Большинство отечественных двигателей за исключением двигателей Коломенского завода имеют среднее эффективное давление от 0,5 до 1 МПа, а в то время создаваемые за рубежом двигатели достигли этих показателей к началу 70-х годов прошлого века, в 80-е годы были достигнуты значения до 2,5 МПа.

Такой уровень форсированности обеспечен с помощью высокого наддува, что увеличивает размеры теплообменных аппаратов и потери тепла, вызывает необходимость оптимизации охлаждения во всём диапазоне эксплуатационных нагрузок, совершенствование средств автоматики.

Одним из перспективных направлений развития СЭУ является улучшение их экологических показателей. Этому способствует введение рядом стран платы за загрязнение воздушного бассейна, вступление в силу Приложения VI Конвенции Марпол 73/78, принятие Постановления Правительства РФ №83 от 06.02.2002 года “О проведении регулярных проверок транспортных и иных пе-

редвижных средств на соответствие техническим нормативам выбросов вредных веществ в атмосферный воздух”.

Кроме того, Комитет по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии ООН, в работе которого принимают участие представители Минтранса РФ и Российского Речного Регистра, также рассматривает на своих сессиях проблему предотвращения загрязнения атмосферного воздуха. При этом отмечается экологическое преимущество судов по выбросам углеводородной группы по сравнению с поездами и грузовиками. Одновременно отмечено, что количество выбросов оксидов азота и несгоревших углеводородов напрямую зависит от конструкции двигателя, поэтому судовладельцы не могут оказать существенного воздействия на уровни этих выбросов.

До 2000 г. вредные выбросы оксидов углерода и окислов азота дизелей нормировались в соответствии с ГОСТ 24585-81 "Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения". Дымность ОГ определялась и нормировалась в соответствии с ГОСТ 2402В-80 "Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерения". Однако требования этих государственных стандартов распространялись только на заводские стендовые испытания дизелей и не применялись для дизелей в эксплуатации.

С 1 января 2000 г. введен в действие новый государственный стандарт ГОСТ Р 51249-99 "Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения", требования которого распространяются в настоящее время и на дизели находящиеся в условиях эксплуатации, в том числе и после капитального ремонта.

Учитывая тот фактор, что внедрение двигателей более совершенной конструкции потребует определенного времени, предлагается предусмотреть поэтапную адаптации двигателей применительно к новым требованиям.

1.3 Постановка задач дипломного проекта

Выполненный анализ показал:

1. Суда пр.428.2 хорошо зарекомендовали себя на внутренних перевозках, однако эффективные показатели их двигателей значительно уступают современным аналогам. Это приводит к снижению конкурентоспособности судов, что может негативно сказаться в случае открытия наших внутренних водных путей.

2. Отсутствие постоянного авиационного и спутникового контроля над обширными акваториями делает возможным систематические сбросы с судов нефтепродуктов. Естественно, что если рассматривать единичное судно, то чрезвычайность ситуации не просматривается. Одно судно, сбрасывая ежесуточно несколько кубометров нефтесодержащих вод, не изменяет экологическую ситуацию даже на местном и локальном уровнях. Однако если эти единицы кубометров умножить на число судов одновременно находящихся в промысловой зоне, например тихоокеанского побережья России, то оценка влияния множественных, растянутых во времени событий представляется уже вполне чрезвычайной. Причём, не будучи, как правило, зафиксированными, эти микрокатастрофы не устраняются. Негативные экологические последствия накапливаются медленно, но направленно усугубляя чрезвычайность экологической ситуации.

В силу сложившихся экономических условий контроль над процессами сдачи и переработки нефтесодержащих вод носит весьма формальный характер. По приходу в порты декларируется минимальное количество льяльных вод, соответствующее паспортным параметрам агрегатов и устройств.

Одним из перспективных способов утилизации загрязнённых нефтепродуктами вод является их сжигание в котлах, работающих на жидком топливе. Огневое уничтожение льяльных нефтесодержащих вод позволяет реализовать безотходные технологии, исключающие процессы переработки.

3. В настоящее время освоены и находятся в промышленной реализации целый ряд технологий, требующих детального рассмотрения с последующим выбором наиболее рациональной.

4. Исходя из требований, предъявляемых к технико-экономическим и эксплуатационным показателям современных судов, считать целесообразным рассмотреть возможность замены главных двигателей устаревших конструкций на современные двигатели отечественного производства, имеющие не высокую строительную стоимость и обеспечивающие высокий моторесурс и экономичность.

5. Для новой главной дизельной установки спроектировать валопровод и все системы, обеспечивающие ее работу, согласовать мощность главного двигателя с движителем.

6. Проверить обеспечивает ли судовая электростанция и котельная установка работу нового оборудования, разработать оптимальную технологию тепло - электроснабжения судна.

7. Выполнить анализ технологий, обеспечивающих современные и перспективные экологические требования к СЭУ.

8. Разработать конструкцию устройства, обеспечивающего перспективные экологические требования к СЭУ.

9. Выполнить проработку отдельных вопросов, касающихся охраны труда, безопасности жизнедеятельности для нового судна.

10. Выполнить проработку технологического раздела направленного на монтаж нового двигателя.

11. Выполнить технико–экономическую оценку предлагаемых модернизаций.

1.4 Анализ показателей судна и энергетической установки прототип

Расчет показателей установки судна:

- эффективной мощности главной ЭУ

$$P_у = x \cdot P_e = 2 \cdot 735 = 1470 \text{ кВт}$$

где x и P_e – количество и номинальная эффективная мощность ГД в кВт.

- энергооснащенности судна

$$q = \frac{P_y}{Q} = \frac{1470}{714,4} = 2,06 \text{ кВт/тонн}$$

где Q – водоизмещение в полном грузу

- энергонасыщенности по отношению к:

длине машинного отделения:

$$l_p = \frac{P_y + P_в}{L_{MO}} = \frac{1470 + 165}{19,5} = 83,85 \text{ кВт/м}$$

площади МО:

$$f_p = \frac{P_y + P_в}{S_{MO}} = \frac{1470 + 165}{226,2} = 7,23 \text{ кВт/м}^2$$

где $P_в$ – мощность вспомогательных двигателей СЭУ, кВт;

$L_{мо}$ и $S_{мо}$ – длина в м и площадь МО в м^2

- энергоемкости работы судна:

$$e = \frac{3600 \cdot P_y}{10 \cdot R_t \cdot V} = \frac{3600 \cdot 1470}{10 \cdot 133 \cdot 11} = 361,72 \text{ кДж/(т · км)}$$

где R – грузоподъемность

- удельной массы ЭУ

$$g = \frac{1000 \cdot G_{MO}}{P_y} = \frac{1000 \cdot 49}{1470} = 33,3 \text{ кг/кВт}$$

- абсолютного коэффициента полезного действия установки:

$$\eta = \frac{3600 \cdot P_y + Q_t}{B_y \cdot Q_H} = \frac{3600 \cdot 1470 + 226176}{(205,8 \cdot 2) \cdot 43000} = 0,31$$

где B_y и $Q_н$ – общий расход топлива на СЭУ в кг/ч и его низшая удельная теплота сгорания в кДж/кг

Q_t - теплота, затрачиваемая на технологические нужды, которые определяются условиями транспортировки груза, кДж/ч.

Общее количество теплоты на судовые нужды складывается из расходов теплоты на отопление помещений, санитарно-бытовые нужды, подогрев топлива и масла в системах ЭУ.

Расход теплоты на отопление:

$$Q_{от} = 25100 + 63 \cdot P_у = 25100 + 63 \cdot 1470 = 117710 \text{ кДж/ч};$$

Расход теплоты на санитарно-бытовые нужды:

$$Q_{сб} = n_{эк}(q_{вм} + q_{вп}) = 19(2720 + 420) = 59660 \text{ кДж/ч}$$

где $q_{вм}$ - удельный расход теплоты на приготовление горячей мытьевой воды ;

$q_{вп}$ - удельный расход теплоты на приготовление кипяченой питьевой воды ;

Расход теплоты на подогрев топлива, масла и другие технические нужды:

$$Q_{пт} = (0{,}14 - 0{,}15) \cdot (Q_{от} + Q_{сб}) = 0{,}15 \cdot (136358 + 59660) = 29402 \text{ кДж/ч}$$

$$Q_t = Q_{от} + Q_{сб} + Q_{пт} = 136358 + 59660 + 29402 = 225420 \text{ кДж/ч}$$

- эффективного КПД установки $\eta_{еу}$:

$$\eta_{еу} = \frac{3600 \cdot x \cdot P_e}{\dfrac{x \cdot b_e \cdot P_e \cdot Q_H + x_b \cdot b_{eb} \cdot P_{eb} \cdot Q_{Hb} + x_k \cdot Q_k}{\eta_k - x_у \cdot Q_у - x_Д \cdot Q_{ДР}}} =$$

$$= \frac{3600 \cdot 2 \cdot 735}{\left(\dfrac{2 \cdot 0{,}218 \cdot 735 \cdot 43000 + 2 \cdot 0{,}224 \cdot 165 \cdot 43000 + 1 \cdot 840000}{0{,}85 - 1 \cdot 420000}\right)} = 0{,}24$$

где P_B и P_{eb} - мощность главного дизеля и дизель-генератора, кВт;

b_e и b_{eb} – удельные эффективные расходы топлива главного и вспомогательного двигателей, кг/(кВт·ч);

Q_H и Q_{Hb} - низшая удельная теплота сгорания топлива, применяемого главным и вспомогательным двигателями, 43000 кДж/кг;

η_k = 0,75-0,85 – КПД вспомогательного автономного котла;

x_b, x_k, x_B, x_y и $x_Д$ - количество дизель-генераторов, автономных котлов, утилизационных котлов и других устройств, использующих теплоту отработавших газов и охлаждающей воды;

Q_k, Q_y и $Q_{др}$ - теплопроизводительность вспомогательного автономного, утилизационного котла и других механизмов и устройств, использующих теплоту отработавших газов и охлаждающей воды, кДж/ч;

- КПД судового (пропульсивного) комплекса $\eta_{ск}$:

$$\eta_{ск} = \eta_e \cdot \eta_П \cdot \eta_В \cdot \eta_{ПР} = 0{,}38 \cdot 0{,}98 \cdot 0{,}98 \cdot 0{,}5 = 0{,}18$$

где η_e - эффективный КПД главного двигателя;

$$\eta_e = \frac{3600}{Q_Н \cdot b_e} = \frac{3600}{43000 \cdot 0{,}218} = 0{,}38$$

$\eta_П$ - КПД главной передачи установки, принимаемый равным для прямой передачи 0,98-0,99;

$\eta_В$ и $\eta_{ПР}$ – КПД валопровода (0,98-0,99) и пропульсивный КПД движителя (0,5-0,6);

- КПД энергетического комплекса $\eta_{эк}$;

$$\eta_{эк} = \frac{x \cdot b_e \cdot P_e \cdot Q_Н \cdot \eta_e \cdot \eta_П \cdot \eta_В + x_b \cdot b_{eb} \cdot P_{eb} \cdot Q_{НВ} \cdot \eta_{eb} \cdot \eta_r + x_k \cdot B_k \cdot Q_Н \cdot \eta_k}{x \cdot b_e \cdot P_e \cdot Q_Н + x_b \cdot b_{eb} \cdot p_{eb} \cdot Q_{Нb} + x_k \cdot B_k \cdot Q_Н} =$$

$$= \frac{2 \cdot 0{,}218 \cdot 735 \cdot 43000 \cdot 0{,}38 \cdot 0{,}98 \cdot 0{,}98 + 2 \cdot 0{,}224 \cdot 165 \cdot 43000 \cdot 0{,}37 \cdot 0{,}95 + 1 \cdot 25 \cdot 43000 \cdot 0{,}85}{2 \cdot 0{,}218 \cdot 735 \cdot 43000 + 2 \cdot 0{,}224 \cdot 165 \cdot 43000 + 1 \cdot 25 \cdot 43000} = 0{,}39$$

Где η_{eb} и η_r - эффективный КПД вспомогательного двигателя и КПД электрогенератора;

$$\eta_{eb} = \frac{3600}{Q_Н \cdot b_{eb}} = \frac{3600}{43000 \cdot 0{,}224} = 0{,}37$$

$B_к$ - расход топлива автономным котлом, кг/ч.

В современных условиях совершенствование судовых энергетических установок осуществляется по следующим основным направлениям: повышение надежности и безопасности установок, улучшение их энергетической эффективности и экологической чистоты.

Таблица 1.3 - Показатели энергетической установки судна проекта 428.2

№ п.п.	Наименование показателя, единицы измерения	Численные значения
1	Эффективная мощность главной ЭУ, кВт	1470
2	Энергооснащенность судна, кВт/т	2,06
3	Энергонасыщенности по отношению к: длине машинного отделения, кВт/м площади машинного отделения, кВт/м^2	 83,85 7,23
4	Энергоемкость работы судна, кДж/т·км	180,86
5	Удельная масса ЭУ, кг/кВт	33,3
6	Эффективный КПД установки $\eta_{еу}$	0,24
7	Абсолютный КПД установки $\eta_{у}$	0,31
8	КПД судового комплекса $\eta_{ск}$	0,18
9	КПД энергетического комплекса $\eta_{эк}$	0,39

Требуемая мощность главной энергетической установки

$$P_{ym} = P_y \cdot R_{tm} \cdot V_m /(R_t \cdot V) = 1470 \cdot 147 \cdot 11/(133 \cdot 11) = 1624{,}74 \text{ кВт}$$

Мощность одного двигателя принимаем равной Ре = 812кВт

Для повышения энергетической эффективности установок могут предусматриваться:

- замена главных и вспомогательных двигателей на дизели с более низкими расходами топлива и масла;
- замена вспомогательных, утилизационных котлов на котлы большей производительности и эффективности;
- перевод главных двигателей и вспомогательных котлов на использование менее дефицитных топлив;
- использование валогенераторов;
- применение механизмов и устройств, использующих теплоту отработавших газов и охлаждающей воды.

2.Модернизация главной судовой энергетической установки

2.1 Обоснование состава главной энергетической установки с выбором основных её элементов и согласование её с гребными винтами.

Целью данного раздела является обоснование, выбор главных двигателей и типа главной передачи.

Исходными данными при выборе главных двигателей являются: мощность главной энергетической установки (ЭУ) судна $P_у$; количество и частота вращения движителей $n_д$.

Развитие мирового дизелестроения выделило основные пути совершенствования дизелей: стабильный рост среднего эффективного давления, снижение расхода топлива, повышение надежности двигателей.

Теплоход проекта 4282 имеет силовую установку, состоящую из двух двигателей внутреннего сгорания марки 6ЧРН36/45 мощностью 735 кВт каждый при 350 об/мин. Двигатели шестицилиндровые, четырехтактные. Один двигатель правого вращения, второй - левого. Управление двигателями централизованное, из рулевой рубки. Кроме того сохранена возможность управления главными двигателями из моторного отделения, не нарушая регулировки централизованного управления. Пуск двигателей - воздушный.

Двигатели 6ЧРН36/45морально устарели. В качестве альтернативы этим двигателям, учитывая современную тенденцию устанавливать на суда двигатели повышенной оборотности, рассмотрим возможность установки двигателя марки 6 ЧРН 30/38

Для обоснования марки главного двигателя, необходимо выбранные двигатели сравнить с установленными на судне по комплексному параметру качества.

$$K_0 = a_1 \cdot p/p_{мах} + a_2 \cdot m_{min}/m + a_3 \cdot b_{min}/b_e + a_4 \cdot b_{emin}/b + a_5 \cdot г/г_{max} + a_6 \cdot j/1 + a_7 \cdot c_{min/c},$$

где Ко - комплексный параметр качества дизеля; $p = P_e / (I \cdot s \cdot h)$ - удельная мощность дизеля, кВт/м^3; P_e ~ номинальная эффективная мощность дизеля, кВт; I, s и h - длина, ширина и высота дизеля в м; $p_{мах}$ - максимальное значение

удельной мощности среди рассматриваемых двигате- лей, кВт/м ; $m = M / P_e$ - удельная масса дизеля, кг/кВт; M - масса дизеля, кг; $m_{nl}i_n$ - минимальное значение удельной массы среди рассматриваемых двигателей, кг/кВт; P_e - удельный эффективный расход топлива дизеля, кг/(кВтч); b_{emm} - минимальное значение удельного эффективного расхода топлива среди рассматриваемых двигателей, кг/(кВт ч); b_e - удельной эффективный расход масла дизеля, кг/(кВтч); $_{bemjn}$ - минимальное значение удельного эффективного расхода масла среди рассматриваемых двигателей, кг/(кВт-ч); г - ресурс дизеля до капитального ремонта, тыс.ч; $г_{мах}$ - максимальное значение ресурса среди рассматриваемых двигателей, тыс.ч; j - условный показатель рода топлива, используемого дизелем (для тяжелого топлива j = 1, а для легкого (дизельного) - j = 0); $c = 0,77 \bullet [(P_e^{0,87} \bullet г^{0,48}) / (b_e^{1,58} \bullet b^{0,23})]$ - стоимость дизеля; c_{min} - минимальное значение стоимости среди рассматриваемых двигателей; a_1 $(i = 1 \div 7)$ - коэффициенты весомости ($\Sigma a_1 = 1$).

Комплексный параметр качества для двигателя 6 ЧРН 36/45:

$$\kappa_0 = \frac{\alpha_1 \cdot P}{P_{\max}} + \frac{\alpha_2 \cdot m_{\min}}{m} + \frac{\alpha_3 \cdot b_{e\min}}{b_e} + \frac{\alpha_4 \cdot b_{\min}}{b} + \frac{\alpha_5 \cdot r}{r_{\max}} + \frac{\alpha_6 \cdot j}{1} + \frac{\alpha_7 \cdot C_{\min}}{C} =$$

$$= \frac{0,1 \cdot 26,045}{44,37} + \frac{0,12 \cdot 17}{37,3} + \frac{0,24 \cdot 0,200}{0,218} + \frac{0,14 \cdot 0,001}{0,004} + \frac{0,19 \cdot 35}{50} + \frac{0,14 \cdot 0}{1} + \frac{0,07 \cdot 1735614}{1735614} =$$

=0,572

Комплексный параметр качества для двигателя 6 ЧРН 30/38

$$\kappa_0 = \frac{\alpha_1 \cdot P}{P_{\max}} + \frac{\alpha_2 \cdot m_{\min}}{m} + \frac{\alpha_3 \cdot b_{e\min}}{b_e} + \frac{\alpha_4 \cdot b_{\min}}{b} + \frac{\alpha_5 \cdot r}{r_{\max}} + \frac{\alpha_6 \cdot j}{1} + \frac{\alpha_7 \cdot C_{\min}}{C} =$$

$$= \frac{0,1 \cdot 44,37}{44,37} + \frac{0,12 \cdot 17}{17} + \frac{0,24 \cdot 0,200}{0,200} + \frac{0,14 \cdot 0,001}{0,001} + \frac{0,19 \cdot 50}{50} + \frac{0,14 \cdot 1}{1} + \frac{0,07 \cdot 1735614}{4569600} =$$

=0,956

где удельная мощность дизеля 6 ЧРН 36/45:

$$p = \frac{P_e}{l \cdot s \cdot h} = \frac{735}{5,500 \cdot 1,400 \cdot 3,665} = 26,045 \text{ кВт}$$

удельная масса дизеля 6 ЧРН 36/45:

$$m = \frac{M}{P_e} = \frac{27400}{735} = 37{,}3 \text{ кг/кВт}$$

стоимость дизеля:

$$C = 0{,}77 \frac{P_e^{0,87} \cdot r^{0,48}}{b_e^{1,58} \cdot b^{0,23}} = 0{,}77 \frac{735^{0,87} \cdot 30000^{0,48}}{0{,}218^{1,58} \cdot 0{,}004^{0,23}} = 1735614$$

где удельная мощность дизеля 6 ЧРН 30/38

$$p = \frac{P_e}{l \cdot s \cdot h} = \frac{1000}{5{,}110 \cdot 1{,}490 \cdot 2{,}960} = 44{,}37 \text{ кВт}$$

удельная масса дизеля:

$$m = \frac{M}{P_e} = \frac{17000}{1000} = 17{,}0 \text{ кВт}$$

стоимость дизеля:

$$C = 0{,}77 \frac{P_e^{0,87} \cdot r^{0,48}}{b_e^{1,58} \cdot b^{0,23}} = \frac{1000^{0,87} \cdot 50000^{0,48}}{0{,}2^{1,58} \cdot 0{,}001^{0,23}} = 4569600$$

l, s и h – длина, ширина и высота дизеля, м;

p_{max} – максимальное значение удельной мощности среди рассматриваемых двигателей;

M – масса дизеля;

m_{min} - минимальное значение удельной массы среди рассматриваемых двигателей кг/кВт;

be – удельный эффективный расход топлива дизеля кг/кВт·ч;

be_{min} - минимальное значение удельного эффективного расхода топлива среди рассматриваемых двигателей кг/кВт·ч;

b - удельный эффективный расход масла дизеля кг/кВт·ч;

b_{min} - минимальное значение удельного эффективного расхода масла среди рассматриваемых двигателей кг/кВт·ч;

r – ресурс дизеля до капитального ремонта, тыс.ч.;

r_{max} - максимальное значение ресурса среди рассматриваемых двигателей тыс.ч.;

j – условный показатель рода топлива, используемого дизелем (для тяжелого j=1, для легкого (дизельного) j=0);

C – стоимость дизеля;

C_{min} - минимальное значение стоимости среди рассматриваемых двигателей кг/кВт·ч;

a_i - коэффициенты весомости ($\sum a_i=1$)

$a_1 = 0,1$; $a_2 = 0,12$; $a_3 = 0,24$; $a_4 = 0,14$; $a_5 = 0,19$; $a_6 = 0,14$; $a_7 = 0,07$.

Таблица 2.1

Наименование параметра, единица измерения	**6 ЧРН 36/45**	**6 ЧРН 30/38**
Номинальная эффективная мощность,кВт	735	1000
Номинальная частота вращения коленчатого вала, мин$^{-1}$	350	360
Реверсивность	1	1
Род топлива	Мот., Дизельное	Тяж., Дизельное
Удельный эффективный расход топлива, кг/кВт·ч	0,218	0,2
Удельный эффективный расход масла, кг/кВт·ч	0,004	0,0011
Ресурс до капитального ремонта, тыс. ч.	35	50
Габаритные размеры, м: длина ширина высота	5,500 1,400 3,665	5,110 1,490 2,960
Масса, кг	27400	17000
Удельная мощность, кВт/м^3	26,045	44,37
Удельная масса, кг/кВт	37,3	17,0
Стоимость	1735614	4569600
Тип главной передачи	прямая	Прямая
КПД судового комплекса	0,18	0,2

1. Реверсивному дизелю присваивается 1,а нереверсивному-0.
2. Для дизеля, работающего на моторном и дизельном топливе, присваивается 1,а только на дизельном топливе – 0.

В качестве главного двигателя судна следует выбирать дизель, имеющий наибольшее значение комплексного параметра. При равных значениях K_0 предпочтение отдается дизелю, который в составе главной ЭУ имеет больший

КПД судового комплекса $\eta_{ск}$. На основе анализа данных табл. 2.1 выбираем двигатель 6 ЧРН 30/38, так как в этом случае получаем большее значение Ко= 0,95 и большое значение $\eta_{ск}$ = 0,2. При этом двигатель работает на моторном топливе.

Поскольку мощность главного двигателя изменилась, то изменится и скорость движения судна, ее определяем на основе гидродинамического расчета или приближенно по формулам:

$$V_T = V\left(\frac{P_{yT}}{P_y}\right) = 10 \cdot \left(\frac{1000}{735}\right) = 13{,}6\text{км/ч}$$

где $P_{ут}$ и Ру - устанавливаемая и существующая номинальная эффективная мощность главной энергетической установки судна, кВт;

V_T и V - достижимая и существующая скорость движения судна с составом или в полном грузу, км/ч.

2.2 Гидродинамический расчёт для модернизированного судна

Сопротивление воды движению судна определяем по формуле: $R = \varsigma \cdot q/2 \cdot S \cdot V_2^{\,2}$,

где ς - безразмерный коэффициент сопротивления воды движению судна;

q – плотность воды, т/м^3 (q=1 т/м^3)

S – площадь смоченной поверхности судна, м^2;

V_2 - скорость движения судна, м/с.

После модернизации скорость судна будет равна:

$$V_2 = \frac{Ne1}{Ne2} \times V1 = 13{,}6$$

Безразмерный коэффициент сопротивления воды движению судна:

$\varsigma = 2Ne \cdot Хв \cdot \eta_п \cdot \eta_{вл} \cdot \eta_{пр} / \left(q \cdot S \cdot V_2^{\,3}\right)$,

где Ne = 1000 кВт – эффективная мощность главного двигателя;

Хв = 2 – количество движителей,

$\eta_п$ = 0,95 – к.п.д. передачи;

$\eta_{вл}$ = 0,97 – к.п.д. валопровода;

S – смоченная поверхность судна:

$$S = L(0.8\delta + 0.2)(B + 2T),$$

где L, B, T – длина, ширина и осадка судна, м;

δ - коэффициент полноты водоизмещения,

δ = 0,57.

$$S= 165,5\cdot(0,8\cdot0,57+0,2)\cdot(12,02+2\cdot3,65)=2097,5\ м^2;$$

$\eta_{пр}$ - пропульсивный к.п.д.: = 0,5

где ψ, t – коэффициенты попутного потока и засасывания; для винта, расположенного в бортовой плоскости:

$$\psi = (0,55\delta - 0,20) = (0,55\cdot0,57 - 0,20) = 0,113$$

$$t=0,8\cdot\psi\,(1+0,25\cdot\psi)= 0,8\cdot0,113(1+0,25\cdot0,113)=0,093$$

Относительная поступь $\lambda_д$:

$$\lambda_р = V_р / (Д_в \cdot n_в),$$

где $n_в$= 360 мин$^{-1}$=6 сек$^{-1}$ – частота вращения движителя;

$V_р$ - скорость поступательного перемещения винта, м/с.

$$V_р = V_2 \cdot (1 - \psi),$$

где V_2 = 13,6 км/ч =3,77 м/с – скорость движения судна.

$$V_р = 3,77 \cdot (1-0,113) = 3,34 \text{ м/с}$$

$$\lambda_р = \frac{3,34}{1,71 \cdot 6} = 0,325$$

Расчетный К.П.Д. винта $\eta_р = 0,4$

$$\varsigma = 2 \cdot 1000 \cdot 2 \cdot 0,95 \cdot 0,97 \cdot 0,5 / (1 \cdot 2097,5 \cdot 3,77^3) = 0,0164$$

Сопротивление воды движению судна:

$$R = 0,0164 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2097,5 \cdot 3,77^2 = 244,45 \text{ кН.}$$

Упор винта, кН:

$$P = R/(Хв(1-t)) = 244,45/(2 \cdot (1-0,093)) = 134,76 \text{ кН}$$

Максимальный диаметр винта:

$$D_в^{max} = 0,82 \cdot T_с = 0,82 \cdot 2,2 = 1,8 \text{ м.}$$

Минимальный диаметр винта:

$$D_в^{mix} = 0,5 \cdot T_с = 0,5 \cdot 2,2 = 1,1 \text{ м.}$$

Для всех вариантов винтов рассчитываем коэффициент упора – диаметра K'_d, частоту вращения $n_в$, мощность подведенную к винту $N_р$ и эффективную мощность двигателя $N_е$ по формулам:

$$K'd = D_в \cdot V_р \Big/ \sqrt{\rho / P};$$

$$n_в = 60 \cdot V_р \cdot / (\lambda_р \cdot D_в);$$

$$N_р = P \cdot V_р / \eta_р;$$

$$N = N_р / (\eta_{вл} \cdot \eta_п),$$

где $\eta_{вл}$ - КПД валопровода;

$\eta_п$ - КПД передачи;

$\eta_р$ - КПД расчетный.

Расчеты сводим в таблицу 1.

Таблица 2.2 Результаты гидродинамического расчета

		Диаметр винта, м			
		1,1	1,33	1,56	1,8
Коэффициент – упора – диаметра, $K'd$	-	0,69	0,84	0,99	1,15
КПД винта, $\eta_р$	-	0,39	0,4	0,41	0,42
Относительная поступь, $\lambda_р$	-	1,09	0,89	0,759	0,658
Частота вращения, $n_в$	$С^{-1}$ $мин^{-1}$	5,55 333,3	5,55 333,3	5,55 333,3	5,55 333,3
Мощность на валу, $N_р$	кВт	259,5	250,1	242,6	234,4
Эффективная мощность, N	кВт	281,6	271,4	263,3	254,4

2.3 Сопоставление показателей энергетических установок судна и прототипа

Для оценки правильности принятых решений необходимо произвести сопоставление спроектированной (судно) и существующей (прототип) установок по указанным в табл. 2.3 показателям, значительная часть которых была определена в предыдущих разделах пояснительной записки:

Сводная таблица показателей энергетических установок

Таблица 2.3

Наименование параметра, единица измерения	**Численное значение**	
	Прототип	**Судно**
Тип судна	Буксир-толкач	Буксир-толкач
Грузоподъемность, т	-	-
Скорость с полным грузом, км/ч:	10	13,6
ГЛАВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ:		
Марка	6ЧРН36/45	6ЧРН 30/38
Количество	2	2
номинальная эффективная мощность, кВт	735	1000
род топлива	Моторное, Дизельное	Тяжелое, Моторное
удельный эф. расход топлива, кг/(кВт-ч)	0,218	0,200
ТИП ГЛАВНОЙ ПЕРЕДАЧИ	Прямая	Прямая
Эффективная мощность главной ЭУ, кВт	1470	2000
КПД судового комплекса	0,18	0,2

2.4 Общие сведения о дизелях Д42 (6ЧРН 30/38)

За последние годы заводом создано новое поколение судовых рядных двигателей размерностью 30/38:

- - в четырехцилиндровом исполнении (10Д42) - номинальной мощностью 450 кВт при 360 об/мин;
- - в шестицилиндровом исполнении - номинальной мощностью 1500 кВт (30ДГ) и 1750 кВт (30ДГМ);
- - в восьмицилиндровом исполнении (3ДРА) - полной мощностью 1838 кВт при частоте вращения вала отбора мощности встроенного редуктора 250 об/мин.

Важнейшими особенностями этих двигателей являются:

1. Высокая надежность и износостойкость деталей и сборочных единиц, обеспечиваемые применением прогрессивных технологических процессов:
   - азотирования коленчатых валов и втулок цилиндров;
   - хромирования поршневых колец;
   - покрытия тронка поршней дисульфидом молибдена;
   - дробенаклепа рабочих профилей и впадин зубчатых колес, стержней шатунов;
   - суперфиниширования цапф шестерен встроенных редукторов и шеек коленчатых валов;
   - специальной механотермической обработкой выпускных клапанов из жаропрочного никелевого сплава типа "Нимоник";
   - трехкомпонентного "оловянно-свинцовистого" гальванического покрытия тонкостенных коренных и шатунных подшипников с подслоем никеля и др.
2. Большие назначенные ресурсы, которые в зависимости от степени форсирования составляют:
   - до первой переборки -15 000 ч;
   - до капитального ремонта - 75 000 ч;
   - до списания - 120 000 ч при сроке службы до 30 лет.
3. Значительная степень форсирования с освоением среднего эффективного давления 23,4 бар (30ДГМ) по условиям ИСО.
4. Высокая топливная экономичность. Расход топлива при условии ИСО 3046/1 составляет 178…185 г/кВт·ч.
5. Малый удельный расход масла - не более 1 г/кВт·ч.
6. Высокие экологические показатели, соответствующие нормам Международных Морских организаций по токсичности ОГ.

Технико-экономические показатели базовых двигателей нового поколения 30/38 подтверждены испытаниями, в том числе ресурсными. По оценке межведомственных комиссий, принимавших эти двигатели, они не уступают лучшим зару-

бежным образцам. Большое внимание было уделено унификации внутри этого ряда, которая составляет более 70 %.

Подтверждена возможность эксплуатации двигателей на моторных топливах вязкостью до 180 сСт при 50 °С и с содержанием серы до 1,5 %. Предусмотрена эксплуатация также на импортных маслах, топливах и присадках к воде.

С целью обеспечения стабильности технологии сборки и качества, повышения удобств и снижения трудозатрат при обслуживании и ремонте двигатели комплектуются гидравлическими и механическими (с планетарной передачей) приспособлениями для тарированной затяжки ответственных соединений.

Имеющийся научно-технический и производственный потенциал позволяет заводу предложить для проектирования новых судов и замены двигателей других фирм двигатели 30/38 с современными технико-экономическими показателями в следующих исполнениях:

- - в четырехцилиндровом (в диапазоне мощностей 450…1450 кВт);
- - в шестицилиндровом (800…2170 кВт);
- - в восьмицилиндровом (1150…2800 кВт).

Частота вращения коленчатого вала для всех исполнений составляет 300…750 об/мин. Разработаны также V-образные модификации дизелей этой размерности.

Двигатели могут быть выполнены:

- - автоматизированными;
- - нереверсивными для работы на реверс-редуктор (встроенный или отдельно стоящий);
- - с реверсом для работы непосредственно на винт фиксированного шага;
- - с непосредственным реверсом и встроенным редуктором с различным расположением фланца отбора мощности относительно оси коленчатого вала и различными частотами вращения вала отбора мощности или для работы на отдельно стоящий редуктор;
- - с картером "сухого" или "мокрого" типа и со свободным сливом масла;
- - с правым и левым направлением вращения;
- - в составе дизель-генераторов с агрегатным размещением установочного оборудования.

Проработана установка двигателей на судовой фундамент как с жестким креплением, так и через опорные и упорные виброизоляторы. Специалисты завода имеют опыт и необходимую квалификацию, позволяющую им качественно выполнять расчеты на крутильные колебания судового валопровода и амортизационного крепления как для разрабатываемых судов, так и для модернизируемых.

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подп.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПФв-04.221.120.01 ПЗ

3. Расчет систем, обслуживающих энергетическую установку, принципиальные схемы

Для обеспечения нормальной работы двигатели (главные и вспомогательные) и котельные установка СЭУ оборудуются системами: топливной, масляной, водяного охлаждения, сжатого воздуха и газовыпуска. Каждая система может быть подразделена на две части: непосредственно связанную с двигателями и судовую.

3.1 Судовая часть топливной системы.

Судовая часть топливной системы СЭУ предназначена для приема, перекачивания, хранения, подготовки к использованию (очистки, подогрева высоковязкого топлива) и транспортировки топлива к потребителям. Она состоит из цистерн, топливоперекачивающих насосов, оборудования для подготовки топлива к использованию (фильтров, сепараторов, подогревателей) и систем трубопроводов с арматурой и контрольно-измерительными приборами (КИП).

При использовании на судах тяжелого топлива применяется двухтопливная система. Пуск дизеля из холодного состояния осуществляется на дизельном топливе с переключением на тяжелое топливо после прогрева двигателя. На рис. 3 приведена схема двухтопливной системы для двигателя работающего на топочном мазуте М-40 с вязкостью 59 сСт при 80°С. Топливо через наливные палубные втулки, фильтр грубой очистки поступает в цистерну основного запаса 1 (дизельное топливо) и в цистерны 25 (тяжелое топливо).

3.2 Дизельное топливо.

Дизельное топливо из запасной цистерны 1,через фильтр грубой очистки 4 и фильтр тонкой очистки 6 топливоперекачивающим насосом 5 с электроприводом поступает в расходную цистерну 9. Из расходной цистерны 9 через быстрозапорный клапан 11 с дистанционным управлением оно самотеком поступает к трех ходовому клапану 14, Далее топливо поступает в смесительную колонку-деаэратор из которой топливо топливоперекачивающим насосом 16 через топливоподогреватель тяжелого топлива 17, фильтр тонкой очистки 18, датчик

регулятора вязкости 19 подается к топливным насосам высокого давления 20. Избыток топлива через редукционный клапан по трубопроводу 21 сбрасывается в смесительную колонку. При необходимости дизельное топливо может быть пропущено через сепаратор 7.

1 - цистерны запаса легкого топлива; 2,3 - патрубки схемного резервирования перекачивающих насосов; 4 - фильтр грубой очистки топлива; 5 - топливоперекачивающие насосы; конечный подогреватель топлива; 6 - фильтр тонкой счистки топлива; 7 - сепаратор; 8 - контрольное окно перелива, 9 - расходная цистерна легкого топлива; 10 - измеритель уровня; 11 - запорный клапан; 12 - клапан слива отстоя; 13 – путевой фильтр грубой очистки топлива; 14 - трехходовой кран; 15 - деаэрационная цистерна; 16 – топливоподкачивающий насос; 17 – конечный подогреватель топлива;

18 - сдвоенный фильтр тонкой очистки топлива; 19 - датчик регулятора вязкости;

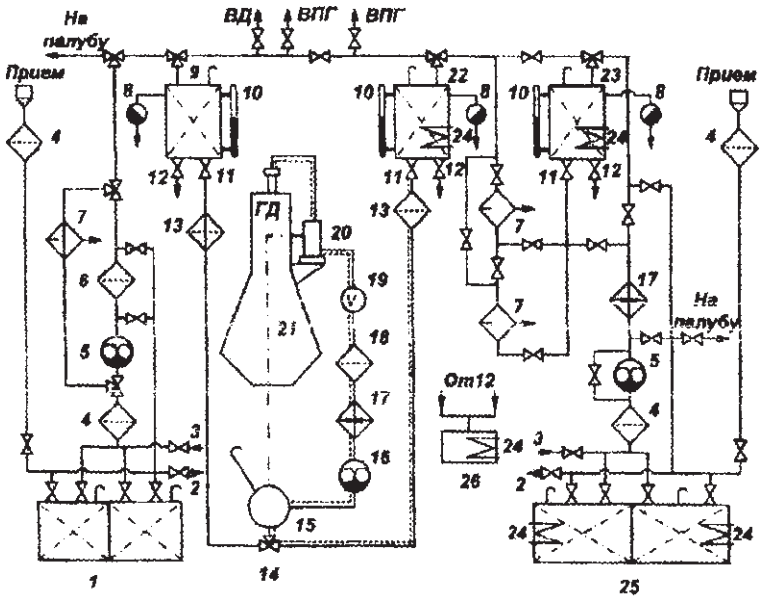


Рисунок 3.1 - Принципиальная схема топливной системы

20 - топливный насос высокого давления: 21 - труба возврата избытка топлива; 22 – расходная цистерна тяжелого топлива; 23 - отстойная цистерна; 24 – паровой подогрев топлива;25 - цистерны запаса тяжелого топлива; 26 - цистерна грязного топлива.

3.3 Тяжелое топливо

Тяжелое топливо из основного запаса мазут через фильтр грубой очистки 14 забирается топливоперекачивающим насосом 5 и пройдя подогреватель 17 поступает в отстойную цистерну 23. Из отстойной цистерны мазут поступает в сепараторы 7, очищенное топливо направляется в расходную цистерну тяжелого топлива 22. Оборудование расходной и отстойной цистерн включает, измерители уровня 10, контрольные уровни перелива 8, подогреватели топлива 24 и клапаны слива отстоя 12. Из расходной цистерны мазут через путевой фильтр грубой очистки самотеком направляется к трехходовому клапану 14. Переход с дизельного топлива на мазут осуществляется переключением клапана 14. При переходе с одного вида топлива на другой некоторое время дизель работает на смеси топлив, что обеспечивает нормальный температурный режим.

Вместимость цистерн в м^3 определяется:

- запасных тяжелого топлива

$$V_{этт} = 1{,}1\ (a_x \cdot x \cdot \mathbf{b_e} \cdot P_e + a_к \cdot x_к \,.\, B_к) \cdot \boldsymbol{\tau_a} / \rho_т = 1{,}1\ (0{,}62 \cdot 2 \cdot 0{,}2 \cdot 1000 + 0{,}25 \cdot 1 \cdot 8{,}2) \cdot 288/930 = 85{,}2\ м^3;$$

- запасных дизельного топлива

$$V_{этд} = 0{,}15 \cdot V_{этт} + 1{,}1 \cdot x_b \cdot b_{eb} \cdot Peb \cdot \boldsymbol{\tau_a} / \rho_т = 0{,}15 \cdot 85{,}2 + 1{,}1 \cdot 2 \cdot 0{,}282 \cdot 165 \cdot 288 / 860 = 34{,}3\ м^3;$$

- расходных (расходно-отстойных) для главных двигателей тяжелого топлива

$$V_{рт} = 1{,}1 \cdot 12 \cdot x \cdot Ь_e \cdot P_e / \rho_т = 1{,}1 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 0{,}2 \cdot 1000 / 930 = 5{,}68\ м^3;$$

- расходных для вспомогательных двигателей

$$V_{рТ} = 1{,}1 \cdot 4 \cdot x_b \cdot beb \cdot Peb / рт = 1{,}1 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 0{,}282 \cdot 165 / 860 = 0{,}476\ м^3;$$

- расходных для вспомогательных автономных котлов

$$V_{рт} = 1{,}1 \cdot 4 \cdot x_к \cdot B_к / \rho_т = 1{,}1 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 8{,}2 / 930 = 0{,}04\ м^3;$$

- сточной

$$V_{ст} = (0{,}06\text{-}0{,}12) \cdot \Sigma P / 1000 = 0{,}1 \cdot 2330 / 1000 = 0{,}233\ м^3;$$

- аварийного запаса топлива

$$V_{ат} = 1{,}1 \cdot 24 \cdot X \cdot be \cdot Pe / \rho_т = 1{,}1 \cdot 24 \cdot 2 \cdot 0{,}2 \cdot 1000/930 = 11{,}35\ м^3$$

где x , xъ и $x_к$ - количество главных двигателей, вспомогательных двигателей и автономных котлов, для проекта 4282: x = 2, x_b = 2 и $x_к$= 1;

P_e, P_{eb} и ΣP - номинальные эффективные мощности главного двигателя, вспомогательного двигателя и суммарная мощность всех дизелей СЭУ, кВт, , для проекта 4282: P_e = 1000 кВт, P_{eb} = 165 кВт и ΣP = 2 • 1000 + 2 • 165 = 2330 кВт;

$Ь_e$ и $Ь_{eb}$ - удельные эффективные расходы топлива главного и вспомогательного двигателей, кг/(кВт-ч, соответственно, $Ь_e$ = 0,2 и $Ь_{eb}$ = 0,282 кг/(кВт-ч); $B_к$ - расход топлива автономного котла, кг/ч, из таблицы 2, $B_к$ = 8,2 кг/ч;

1,1 - коэффициент, учитывающий «мертвый» запас топлива;

8., 12, 4 и 24 - регламентируемая продолжительность потребления топлива и соответствующих цистерн, ч;

a_x - коэффициент ходового времени, принимаем равным для сухогрузных судов 0,62;

$a_к$ - коэффициент использования автономного котла, принимаем равным 0,25;

τ_a - продолжительность автономного плавания, ч, из табл. 1, τ_a = 24 • 12 = 288 ч;

$\rho_т$ - плотность топлива, принимаемая равной для дизельного топлива - 860 кг/м^3, моторного -930 кг/м^3.

В случае если для главных двигателей и автономных котлов используется высоковязкое (моторное) топливо, то запас можно принять равным 85% запаса топлива для главных двигателей и 100% запаса топлива для автономных котлов. Остальное (15% запаса топлива для главных двигателей и 100% - для вспомогательных двигателей) - дизельное топливо.

В соответствии с требованиями Правил Российского Речного Регистра, подача $\mathbf{Q_{НТ}}$ насоса для перекачивания топлива из запасных цистерн в расходные определяется:

$$Q_{НТ} = \mathbf{V}_{РТ} / \tau = 5{,}68 / 1 = 5{,}68\ м^3/ч$$

где $V_{рт}$ - вместимость расходной цистерны (расходно-отстойной) цистерны, м^3;

т = 0,5-5-1,0 ч - время ее заполнения, принимаем т = 1 ч.

Выбираем шестеренный насос ШФ 5-25-5,8/4Б-13 обеспечивающий подачу 5,8 $м^3$/ч при давлении нагнетания 0,4 МПа, частоте вращения 1450 об/мин, мощности приводного электродвигателя 2,2 кВт, имеющего габариты 622х255х331 мм и сухую массу 62 кг.

Производительность сепаратора $Q_{СТ}$ в $м^3$/ч определяется из условия очистки суточной потребности топлива за 8÷М 2 ч.

главных двигателей

$Q_{СТ1} = 24\ (x \cdot \mathbf{b_e} \cdot P_e) / (8 \div 12) \cdot \rho_т = 24\ (2 \cdot 0{,}2 \cdot 1000) / (8 \cdot 930) = 1{,}29$ $м^3$/ч;

вспомогательных двигателей

$Q_{СТВ} = 24\ (x_b \cdot b_{eb} \cdot P_{eb}) / (8 \div 12) \cdot P_т = 24\ (2 \cdot 0{,}282 \cdot 165) / (8 \cdot 860) = 0{,}32$ $м^3$/ч;

Для главных двигателей подойдет сепаратор марки СЦ-1.5-4М производительностью 1,5 $м^3$/ч, мощностью электропривода 3,2 кВт, габаритами 975х485х700 мм и массой нетто 220 кг и для вспомогательных двигателей подойдет сепаратор марки НСМ-2 производительностью 0,5 $м^3$/ч, мощностью электропривода 2,2 кВт, габаритами 1050х500х1190 мм и массой нетто 265 кг.

Поверхность теплопередачи подогревателя топлива в $м^2$ определяется:

$$F_{тп} = 1{,}1\ (x \cdot be \cdot P_e + x_к \cdot B_к) \cdot C_т \cdot \delta t_{тп} / (3600 \cdot k_{тп} \cdot \Delta t_{Тпср}) = 1{,}1\ (2 \cdot 0{,}2 \cdot 1000 + 1 \cdot 8{,}2) \cdot 2 \cdot 50/(3600 \cdot 0{,}5 \cdot 16{,}4) = 1{,}52\ м^2;$$

где $x_к$ - количество автономных котлов $x_к = 1$

$\delta t_т$ - требуемое повышение температуры топлива, °С, принимаем $\delta t_т$ = 50°С;

$k_{тп}$ — общий коэффициент теплопередачи от воды к топливу,кВт/($м^2$•К),принимаем $k_{тп}$ = 0,5 кВт/($м^2$•К);

$$\Delta t_{Тпср} = [(\Delta t_{вт} - \Delta t_{вт})] / (2{,}3 \cdot \lg(\Delta t_{вт} / At_{вт}')) = = [(10 - 25)] / (2{,}3 \lg(10 / 25)) = 16{,}4\ °C$$

$\Delta t_{Тпср}$ - среднелогарифмическая разность температур для противоточных топливоподогревателей, °С;

$\Delta t_{вт'}$ и $\Delta t_{вт''}$ - разность температур горячей воды и топлива на входе и выходе из подогревателя, принимаем $\Delta t_{вт}$ = 10°С и $\Delta t_{вт}$" - 25°С;

$С_т$ - теплоемкость топлива (1,8-5-2 кДж/(кг-К)), принимаем $С_т$ = 2,0 кДж/(кгК).

В топливных системах СЭУ широко применяются секционные подогреватели с трубными пучками и подогреватели типа «труба в трубе».

3.4 Система водяного охлаждения.

Система водяного охлаждения предназначена для отвода от втулок цилиндров, крышек цилиндров, смазочного масла, газовыпускного коллектора у крупных дизелей без наддува и других механизмов энергетической установки. В дизельных установках система водяного охлаждения, как правило, двухконтурная. Вода внутреннего контура охлаждает двигатели, а в открытом внешнем контуре через водяной и масляный охладители (холодильники) прокачивается забортная вода. Циркуляция воды в системе охлаждения осуществляется обычно центробежными насосами.

Система охлаждения главных двигателей и двигателя дизель-генератора - двухконтурная.

Система охлаждения внутреннего контура - замкнутая с принудительной циркуляцией. Охлаждение пресной воды внутреннего контура, масла и наддувочного воздуха осуществляется забортной водой в охладителях.

Главная магистраль (соединительная труба) забортной воды соединяет выгороженные в корпусе ящик забортной воды и бортовой кингстонный ящик.

Вода, поступающая из кингстонного ящика, проходит через фильтр Ду 150 мм, а в ящике забортной воды - через сетчатые отбойные листы.

Принципиальная схема системы водяного охлаждения показана на рис.3.3 Вода внутреннего контура насосом 26, навешенным на дизель 28, по распреде-

лительной трубе 27 подается в зарубашечное пространство дизеля и турбокомпрессора 29. Нагретая вода направляется из дизеля и турбокомпрессора в терморегулятор 8, который в зависимости от температуры воды распределяет ее поток в водо-водяной холодильник 9 и на перепуск. После водяного холодильника оба потока смешиваются и поступают во всасывающую магистраль насоса 27. Наиболее высоко расположенные на турбокомпрессоре и дизеле участки трубопровода внутреннего контура соединены трубами 1,2 с расширительной цистерной 3, которая сообщается с атмосферой. Расширительная цистерна обеспечивает по трубопроводу 6 отвод паров воды и воздуха из системы водяного охлаждения, по трубопроводам 5 и 4 - пополнение убыли воды во внутреннем контуре и ее слив при переполнении цистерны.

Прием забортной воды осуществляется через днищевой и бортовой кингстоны, расположенные в ящиках забортной воды 20, 16, соединенных трубопроводом. Забортная вода из ящика забортной воды 20 или 16 через парный фильтр 19 подается насосом внешнего контура 25, навешенным на дизель, последовательно в холодильники надувочного воздуха 12, масла 10 и охлаждающей воды внутреннего контура 9, а затем по трубе 7 сливается за борт или по трубе 15 поступает в ящик забортной воды. В трубопроводе 23 циркулирует масло смазочной системы дизеля, а в трубопроводе 13 - надувочный воздух. Забортной водой охлаждаются компрессоры 11. По трубопроводу 30 вода поступает на охлаждение подшипников валопровода, смазку дейдвудной трубы и др.

В случае выхода из строя насоса внутреннего контура 26 забортная вода насосом 25 будет подаваться ко всем потребителям и через трехходовой клапан по трубе 24 - в распределительную трубу 27. Из дизеля по трубе 7 вода направляется за борт или в ящик забортной воды.

Вспомогательный дизель имеет независимую систему водяного охлаждения и отдельную расширительную цистерну. Забортная вода к нему подводится по трубопроводу 17. Трубопровод 18 служит для подачи воды в систему водоснабжения судна.

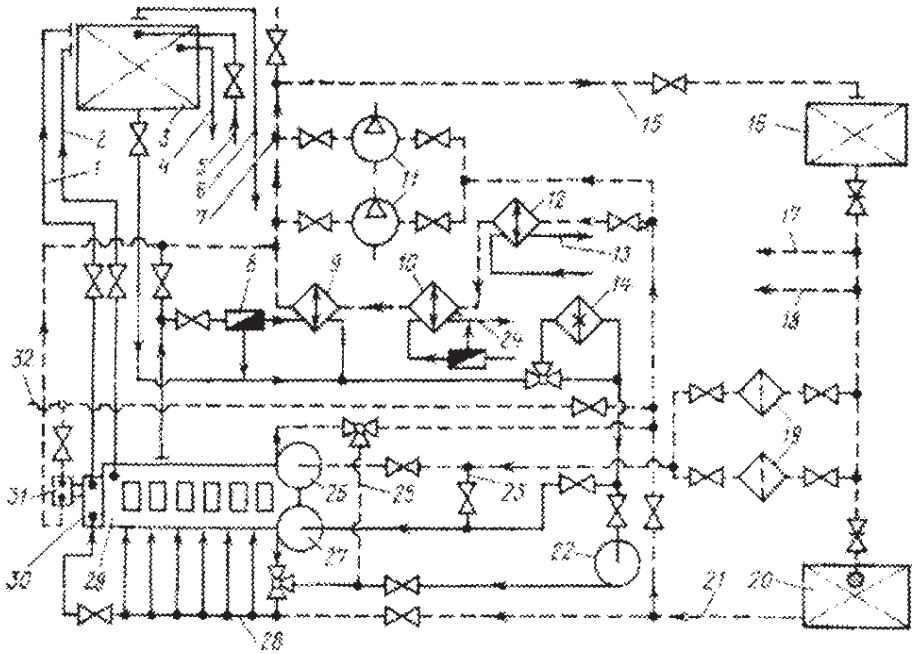


рис. 3.2 Принципиальная схема системы водяного охлаждения

В качестве резервного может быть использован насос общесудового назначения, который подает воду по трубопроводу 21.

Внутренний контур охлаждения на всех двигателях целиком смонтирован заводом- поставщиком. Заполнение внутренних контуров охлаждения главных двигателей производится от системы водоснабжения водой через поплавковые клапаны в расширительных бачках емкостью по 25 л.

Вода от всех охлаждаемых агрегатов отводится за борт.

Подача насосов в $м^3$/ч определяется:

- внутреннего контура

$$Q_{вв} = (1,24\text{-}1,3) \cdot a_{тв} \cdot be \cdot Pe \cdot Q_н / (C_в \cdot P_в \cdot \Delta t_в) = 1,25 \cdot 0,15 \cdot 0,2 \cdot 1000 \cdot 41800/(4,19 \cdot 1000 \cdot 10) = 37,41\ м^3/ч;$$

- внешнего контура

$$Q_{вэ} = (1,4 \div 1,5) \cdot (a_{тв} + a_{тм}) \cdot Ь_е \cdot Pe \cdot Q/ (C_э \cdot \rho_э \cdot \Delta t_э) = 1,45 \cdot (0,15 + 0,08) \cdot 0,2 \cdot 1000 \cdot 41800 / (3,98 \cdot 1020 \cdot 20) = 34,34\ м^3/ч;$$

где $a_{тв}$ - доля теплоты, отводимая водой, принимаемая равной для тихоходных дизелей с наддувом = 0,12÷0,17, быстроходных = 0,15÷0,20, принимаем $a_{тм}$ = 0,15;

$a_{тм}$ - доля теплоты, отводимая маслом, от всего количества теплоты, введенного с топливом, для главных двигателей , $a_{тм}$ = 0,08;

$C_в$ и $C_э$ - теплоемкости пресной воды внутреннего контура и забортной воды внешнего контура, равные 4,19 и 3,98 кДж/(кг-К) соответственно;

$\rho_в$ и $\rho_э$ - плотности воды внутреннего контура и забортной воды, равные 1000 и 1020 кг/м соответственно;

$\Delta t_в$ и $\Delta t_э$ - разности температур воды во внутреннем контуре на выходе и входе в дизель и во внешнем контуре на выходе и входе в холодильник, принимаемые равными 10÷12°С и 15÷25°С соответственно, принимаем $\Delta t_В$ = 10°С и $\Delta t_э$ = 20°С. В целях унификации обычно принимают $Q_{вв} = Q_{вэ}$ = 15,0 $м^3$/ч.

Поверхность охлаждения в $м^2$ водяного холодильника определяется:

$$F_{хв} = a_{тв} \cdot b_е \cdot P_е \cdot Q_н / (3600 \cdot k_{тв} \cdot \Delta t_{вср}) = 0,15 \cdot 0,2 \cdot 1000 \cdot 41800 / (3600 \cdot 1,0 \cdot 35) = 9,95\ м^2;$$

где $k_{ТВ}$ - общий коэффициент теплопередачи от воды к воде, равный для трубчатых холодильников 0,58÷0, 82 кВт/($м^2$К), пластинчатых - 1,00÷1, 16 кВт/($м^2$ К), принимаем пластинчатый холодильник с $k_{тв=}$ 1,0 кВт/($м^2$ К);

$$\Delta t_{вср} - [(t_в - t_з) - (t_в - t_з)] / 2,3 \lg [(t_в - t_з) / (t_в'' - t_з)] = [(80 - 32) - (70 - 45)] / 2,3 \lg [(80 - 32) / (70 - 45)] = 35°С$$

-среднелогарифмическая разность температур для противоточных холодильников, °С;

$t_в$ и $t_з$ - температуры воды во внутреннем контуре на выходе из дизеля и холодильника, принимаемые равными 75÷ 90 °С и 65÷80 °С соответственно, принимаем $t_В$ = 80°С и $t_В''$ = 70°С; и $t_з$ и $t_з$ - температуры забортной воды на входе и выходе из водяного холодильника, принимаемые равными 30÷32 °С и 45÷50 °С соответственно, принимаем $t_з$ = 32°С и $t_з$ = 45°С.

В системах водяного охлаждения получают распространение холодильники пластинчатого типа.

3.5 Система сжатого воздуха

Система сжатого воздуха предназначена для обеспечения пуска главных и вспомогательных двигателей, подачи звукового сигнала, подпитки пневмоцистерн и работы пневматических систем автоматического регулирования и управления. В ее состав входят компрессоры, пусковые и тифонные баллоны, баллоны для технологических и хозяйственных нужд и система трубопроводов с арматурой и КИП.

Вместимость баллонов :

пусковых

$$\Sigma V_{пб} = U_{п} \cdot Vs \cdot z \cdot X \cdot Пр \cdot ро / (р_{б1} - р_{б2}) = 8 \cdot 0{,}027 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 0{,}098/(3 - 0{,}5)=1{,}22 \text{ м}^3;$$

- для тифона

$$V_{тб} = k_{н} \cdot u_{т} \cdot \tau_{с} \cdot ро / (р_{т1} - Р_{т2}) = 0{,}128 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 0{,}098 / (3 - 0{,}5) = 0{,}05 \text{ м}^3,$$

где $u_{п}$ - удельный расход свободного воздуха на 1 м^3 объема цилиндра дизелей при пуске, который составляет 8-10 м^3/м^3, принимаем $u_{п}$ = 8 м^3/м^3;

$V_s = п \cdot D^2 \cdot S/4$ - рабочий объем цилиндра, м^3, $V_s = 3{,}14 \cdot 0{,}30^2 \cdot 0{,}38/4 = 0{,}027$ м^3;

D и S - внутренний диаметр цилиндра и ход поршня, м; для двигателя 6ЧН 30/38 D = 0,30 м и S = 0,38 м;

z - число цилиндров двигателя, для двигателя 6ЧН30/38, z = 6;

$п_{р}$ - число последовательных пусков и реверсов двигателя, принимаемое равным 12 для реверсивных и 6 для нереверсивных дизелей, принимаем $п_{р}$ = 12; $р_0$ - давление окружающей среды равное 0,098 МПа;

рб1 и рб2 - начальное давление воздуха в баллоне после его заполнения и нижний его предел, при котором еще возможен пуск дизеля, принимаемые равными 3÷6 МПа и 0,5÷1,0 МПа соответственно, принимаем $р_{б1}$ = 3 МПа и $р_{б2}$ = 0,5 МПа; $k_{н}$ - коэффициент насыщения сигналами, принимаемый равным 0,128;

$u_{т}$ - расход тифоном свободного воздуха, принимаемый равным 1÷6 м^3/мин, принимаем $u_{т}$ = 2 м^3/мин;

$\tau_{с}$ - продолжительность подачи сигнала, принимаемая равной для судов класса «М» и «О» = 5 мин;

$p_{т1}$ и $p_{т2}$ - начальное давление воздуха в баллоне после его заполнения и нижний его предел, при котором еще возможна подача сигнала, принимаемые равными 3 МПа и 0,5 МПа соответственно.

По Правилам Российского Речного Регистра число пусковых баллонов $n_б = Vn_б / V_б$ должно быть не менее двух для каждого главного двигателя и одного - для вспомогательного двигателя, где $V_б$ - емкость пускового баллона по ГОСТ 9731-79 или ГОСТ 999- 73 м^3, а компрессоров - не менее двух на судно (один может быть навешен на двигатель) с подачей каждого по свободному воздуху в м^3/ч не менее:

$$Q_К = \Sigma V_{NБ} \cdot (P_{б1} - P_{б2}) /(P_0 \cdot \tau_э) = 1,22 \cdot (3 - 0,5) /(0,098 \cdot 1) = 31,12 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $\tau_э$ - время заполнения баллонов, принимаемое равным 1 ч.

Выбираем компрессор 22К-45/32 имеющий подачу 45 м^3/ч, давление нагнетания 3,1 МПа, мощность приводного электродвигателя 10,2 кВт, массу 700 кг, а также баллоны для пуска главных двигателей вместимостью по 0,4 м^3 на рабочее давление 3 МПа диаметром 530 мм, длиной 2370 мм, массой 316 кг и баллон для тифона вместимостью 0,04 м^3 на рабочее давление 3 МПа диаметром 273 мм, длиной 1115 мм, массой 66 кг. Число пусковых баллонов для главных двигателей

$$n_{б=} \Sigma V_{n6} / V_6 = 1,22 /0,4 = 3,05 \text{ шт.}$$

Принимаем $n_б$= 5 шт. Каждый баллон, как правило, оснащается манометром, предохранительным клапаном, клапаном для продувания сконденсировавшейся воды, масла, клапаном для заполнения и расхода воздуха. Баллоны стремятся располагать по бортам с уклоном в корму, обеспечивающим скопление конденсатов в местах расположения клапанов продувания.

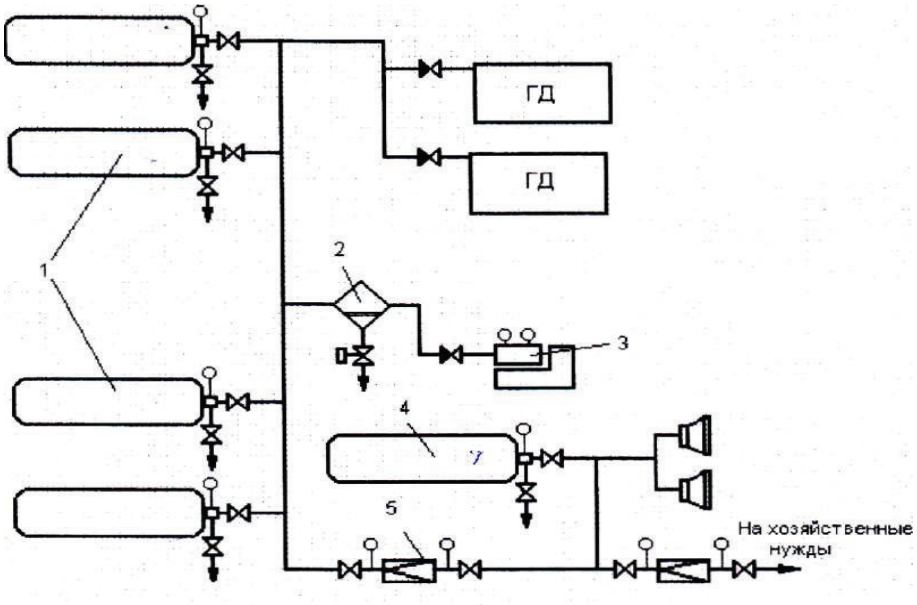


рис.3.3 система сжатого воздуха

Система сжатого воздуха (рис. 6) обслуживается электроприводным компрессором 3 марки 22К-45/32, производительностью 45 м^3/ч, давлением 3,1 МПа, с электродвигателем переменного тока напряжением 220 В, мощностью 11 кВт.

Сжатый воздух, в ходовом и в стояночном режиме от компрессора 22К-45/32, подается через маслоотделитель 2 в четыре баллона 1 вместимостью по 0,4 м^3. Для пуска главных двигателей используются обе группы баллонов 1 вместимостью по 0,4 м^3, поставляемых с двигателями, баллон 4 вместимостью 0,04 м^{3}служит для подачи воздуха к тифону, к пневмоцистернам, пневмоустройствам утилизационных котлов и т.д. Наполнение его производится от компрессора или от одной из групп баллонов 1. Пуск вспомогательного двигателя на судне проекта 936 осуществляется электростартером Ст-25.

Четыре баллона 1 наполняются воздухом давлением 3 МПа, один баллон 4 емкостью 0,04 м для тифона и стеклоочистителя наполняется воздухом давлением 0,6 МПа через редукционный клапан 5. Из магистрали тифона воздух редуцируется до 0,25 МПа и подается к пнев моцистернам и на хозяйственные нужды; воздухом, редуцированным до 0,1 МПа, продуваются решетки захлопок кингстонного ящика и ящика забортной воды.

Система сжатого воздуха выполнена по ГОСТ 8734-75 на штуцерно-тронковых соединениях,арматура-стальная и латунная.

3.6 Система газовыпуска

Система газовыпуска предназначена для отвода в атмосферу выпускных газов от главных и вспомогательных дизелей, котлов и камбуза.

В состав газовыпускной системы входят трубы на каждый главный и вспомогательный двигатель и автономный котел, компенсаторы, изоляция, глушители и искрогасители.

Системы газоотвода в СЭУ предназначены для отвода продуктов сгорания от главных и вспомогательных двигателей и котлов. От каждого из указанных объектов выполняют отдельный газоотвод, который выводится на палубу, в общий кожух-трубу (рис. 3.5).

Газы после турбокомпрессора главного дизеля 6 по трубопроводу 4 поступают в утилизационный котел-глушитель 3 и далее по трубопроводу 1 отводятся вверх в атмосферу.

Вспомогательный дизель 8 имеет самостоятельную систему газовыпуска. На его газовыпускном трубопроводе находится компенсатор 7. Перед выходом в атмосферу в фальштрубе установлен глушитель 2. Газовыпускные трубопроводы главных и вспомогательных дизелей покрыты изоляцией 5.

Поскольку выходящие из двигателей и котлов газы отличаются высокой температурой и токсичностью, к системе газоотвода предъявляются прежде всего требования высокой надежности и пожаробезопасности, а также минимального аэродинамического сопротивления, технологичности, ремонтопригодности, простоты и удобства в обслуживании.

При установке утилизационный котлов, в которых помимо охлаждения газов обеспечивается глушение шума и искрогашение, автономные глушители и искрогасители не применяются.

Газоотводные трубопроводы двигателей изготавливают из стальных труб стандартных размеров по ГОСТ 8732-78 и ГОСТ 10704-76. Трубы соединяются

между собой с помощью фланцев с паронитовыми прокладками и размещаются ближе к стенкам шахты МКО. Горизонтальные участки обычно отсутствуют.

С целью компенсации температурных удлинений и снижения шума и вибрации включены в газоход компенсаторы.

Крепление труб произведено с помощью жестких опор и упругих пружинных подвесок. Все трубопроводы изолированы асбестом и совелитом. Слой изоляции обеспечивает температуру на поверхности изоляции, не превышающую 45°С. Площадь сечения газовыпускного трубопровода $F_Т$, м^2, определяем по формуле

$$F_{\text{т}} = \frac{g_e \cdot N_e \cdot (\alpha \cdot L_0 + 1) \cdot R \cdot T}{3600 \cdot c_{\text{г}} \cdot \text{p}},$$

где g_e - удельный расход топлива, g_e = 0,2 кг/(кВт-ч); N_e - мощность двигателя на номинальном режиме, N_e = 1000 кВт; а - суммарный коэффициент избытка воздуха, принимаем для главных дизелей а = 1,95; Lo - теоретически необходимое количество воздуха, кг, для сжигания 1 кг топлива, принимаем Lo= 14,33 кг/кг; R, - газовая постоянная, для продуктов сгорания принимаем $R_г$ = 0,287 кДж/(кг-град); Т - температура выпускных газов за дизелем, принимаем Т = 600 К; с, - допустимая скорость движения газов в трубопроводе, принимаем для четырехтактных дизелей равной 30 м/с; р - допустимое давление в трубопроводе, принимаем р

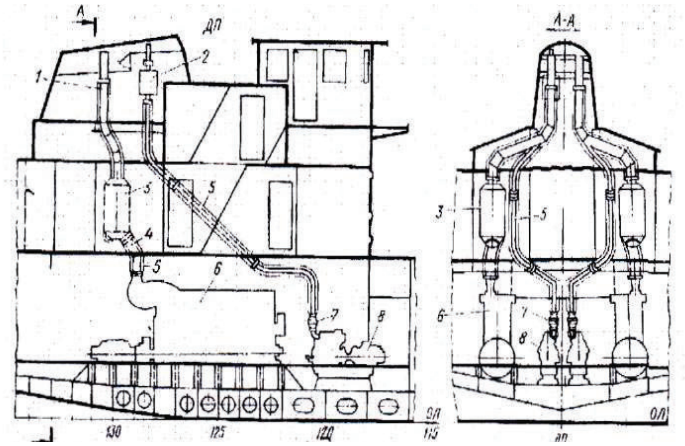


Рисунок 3.4 - Система газовыпуска.

Тогда:

$$F_{\text{т}} = \frac{0{,}204 \cdot 275 \cdot (1{,}95 \cdot 14{,}33 + 1) \cdot 0.287 \cdot 600}{3600 \cdot 30 \cdot 1{,}03 \cdot 10^2} = 0{,}036 \text{ м}^2,$$

Ориентировочный внутренний диаметр:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{т}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}036}{3{,}14}} = 0{,}21 \text{ м.}$$

F_T в м^2 определяется: F_T = B- (a-Lo+l)R T / (3600- v_T- $p_т$) = 8,2- (1,25-14,33+1) 0,287-550 / (3 600- 20- 1,03-10^2) = 0,0035 м^2

где B - часовой расход топлива автономным котлом, кг/ч, B = 8,2 кг/ч; a - коэффициент избытка воздуха, принимаем равным для автономного котла a = 1,25; T - температуры выпускных газов, принимаем равной за автономным котлом T = 550 К; v, - допустимая скорость движения газов в трубопроводе, принимаем равной для автономного котла v_T - 20 м/с;

$p_т$ - допустимое давление в трубопроводе, принимаем равным 1,03-10^2 кПа.

Ориентировочный внутренний диаметр:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{т}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}0035}{3{,}14}} = 0{,}07 \text{ м.}$$

4. Расчет теплопотребности судна

4.1 Описание котельной установки судна

Котельная установка предназначена: для поддерживания необходимых температур в обслуживаемых помещениях, а также для приготовления горячей воды в системе водопровода; для прогрева главных и вспомогательных двигателей; для прогрева масла в холодильниках главных двигателей. Система водяного отопления обслуживает помещение камбуза, сан-блока, машинного отделения и румпельного отделения. Система водяного отопления судна на ходу работает от утилизационного котла КУВ-100, использующий теплоту выхлопных газов главного двигателя. На стоянке судна, система отопления работает от автоматизированного автономного котлоагрегата КОАВ-200, работающего на дизельном топливе. В навигационный период стояночное время под грузовыми операциями, в ожидании грузовых работ, комплексного обслуживания и др. колеблется в пределах 45-65% от общего эксплуатационного времени. Поэтому, при значительно возросшей цене на топливо. В летний период, весной и осенью при температуре забортной воды -10°С и выше, а наружного воздуха +15°С и выше, теплоснабжение теплохода не сопряжено с большими затратами энергии, а при стоянке судна мощность автономного котлоагрегата КОАВ-200 частично используется для приготовления горячей воды. Поэтому для теплоснабжения судна во время стоянки в теплое время года, мной предлагается установка утилизационного котла на дизель-генераторы. Эти мероприятия позволят в теплый период года поддерживать температуру горячей воды в пределах 70-80°С без включения автономного котлоагрегата КОАВ-200 и значительно уменьшить его работу в холодное время.

Котельная установка выполнена по закрытой схеме с расширительным бачком, расположенным в машинной шахте. Пневмобачок создает в системе воздушную подушку и тем самым устраняет резкие колебания давления в системе. Удаление воздуха из системы производится вручную через клапан. От основной магистрали к различным группам потребителей отходят магистрали с вентилями, которые обеспечивают отключение определенных участков системы при работе остальных потребителей:

- отопление бани и душевой;

- отопление камбуза;

- отопление кладовой и румпельного отделения;

- нагрев воды в санитарной системе, в водоподогревателях;

- отопление сушилок;

- обогрев воздухонагревательной системы воздушного отопления;

- отопление машинного отделения (тепловентилятор);

- обогрев главных двигателей;

- обогрев вспомогательных двигателей;

- обогрев масляных холодильников главных двигателей;

- обогрев цистерны основного запаса моторного топлива;

- обогрев расходно-отстойной цистерны моторного топлива.

Циркуляция горячей воды в системе принудительная с помощью двух циркуляционных насосов ЭНЦ 4,5/6,2, расположенных на одной с котлоагрегатами раме. Кроме этого в системе установлен дополнительно резервный насос *К* 8/18, который при необходимости может выполнять функции любого из насосов. Пополнение воды в системе осуществляется из санитарной системы автоматически через редукционный клапан. При понижении уровня в пневмобачке, давление воздушной подушки уменьшается, и редукционный клапан открывается, увеличивая давление в системе отопления до необходимых параметров. Температура горячей воды в системе поддерживается при работе автоматизированного котлоагрегата КОАВ-200 в пределах 75 – 85 °С при помощи регулятора температуры воды, который воздействует на автоматику котлоагрегата, прекращая горение при повышении температуры ниже 75°С.

При работе утиль-котла температура горячей воды в системе поддерживается в пределах 75-95°С при помощи двух датчиков, установленных на каждом котлоагрегаге. При повышении температуры воды свыше 95°С подается импульс на заслонку выхлопного коллектора главных двигателей, которая поворачиваясь, прекращает поступление отработавших газов в утилизационный котел и направляет их помимо котла. При понижении температуры воды до 75°С заслонка открывается. Второй датчик отрегулирован на 103°С и служит для предотвращения вскипании воды в котлоагрегате. При повышении температуры воды свыше до-

пустимой, датчик подает сигнал на включение резервного циркуляционного насоса горячей воды и подает световой и звуковой сигналы в М.П. и на ходовой мостик. Подача горячей воды, в воздухо-отопительный агрегат, осуществляется через электромагнитный клапан, включение и выключение которого происходит при помощи регулятора температуры, расположенного в каюте механика судна и отрегулированного на температуру +23°С. При понижении температуры в каюте до +22°С подается импульс к электромагнитному клапану, который открывается и подает горячую воду в воздушно-отопительную систему. При повышении температуры до +24°С, клапан закрывается, прекращая подачу горячей воды.

В качестве отопительных приборов на судне установлены чугунные секционные радиаторы по ГОСТ 8690-58 и чугунные, ребристые трубы по ГОСТ 1816-64 с поверхностями нагрева, достаточными для поддержания нормальных температур в помещениях при температуре наружного воздуха -6 °С.

Для отопления машинного отделения установлен нагреватель-охладитель воздуха, с осевым вентилятором, через который в холодное время прогоняется горячая вода. В летнее время горячая вода отключается и через него прогоняется холодная вода из противопожарной водяной системы для охлаждения воздуха в машинном отделении. Система выполнена из стальных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-82. Система воздушного отопления обслуживается одним электрическим вентилятором 30 ЦС-11, производительностью 3000 $м^3$/ч при напоре 110 кг/$м^2$ нагревателем первой ступени ОВП-16 и воздушно-отопительным агрегатом с увлажнителем воздуха. Воздушно-отопительный агрегат состоит из двух воздухонагревателей второй ступени, воздухопроводов с регулирующей заслонкой и отвода воды с клапанами. Воздух из воздухозаборника забирается через воздухонагреватель вентилятором и нагнетается в систему воздушного отопления через два клапана: одна часть - через циклонно-пенный аппарат, увеличивается до φ = 93-96%, другая проходит по каналу помимо ЦПА, затем оба потока сливаются, и через отверстия по каналам к потребителям.

4.2 Перевод автономного котла КОАВ-200 на моторное топливо.

Применяемые на судах речного флота котлоагрегаты КОАВ-200 работают на дизельном топливе. За одну навигацию на судне в котле сжигается более 30 тонн этого дефицитного топлива. ЛИВТом были выполнены научно-исследовательские работы по переводу котлоагрегатов на моторное топливо марки МТ ГОСТ 1667-68. Задача решалась при условии минимального измене-

ния существующих конструкций. В результате исследований разработана и проверена схема модернизации и соответствующие конструктивные мероприятия.

По тепловому напряжению топочного объема модернизационные котлоагрегаты являются наиболее напряженными, поэтому обеспечения качественного сгорания в них дизельного топлива представляет собой трудную задачу, которая еще более усложняется тем, что моторное топливо имеет повышенную вязкость.

Как показали исследования, температура топлива перед поступлением в форсунку должна быть не менее 90^0С, для снижения вязкости до нужного уровня. Наиболее простым и эффективным оказалось использование подогревателя, установленного в топке котла и использующего лучистую энергию факела. Анализ условий эксплуатации котлоагрегатов показал, что возможна установка на поверхности воздухонаправляющего устройства стальной спиралеобразной топливоподкачивающей трубки, которая находится в зоне с температурой, достаточной для подогрева топлива. Длина трубки при ее наружном диаметре 10мм и внутреннем – 6мм, для котлоагрегатов КОАВ-200 должна быть не менее 1,5м. Чтобы предотвратить подтекание топлива из форсунки после того, как погашен факел, в схеме предусмотрен автоматический клапан, через который его излишки перепускаются в расходную цистерну.

В целях создания условий для более эффективного сгорания топлива, в топке устанавливается керамическое или чугунное кольцо с коническим отверстием. Между ним и топочным устройством образуется предкамера, в которой топливо хорошо перемешивается, испаряется и сгорает в зоне высоких скоростей и температур. Для того, чтобы избежать попадания топлива на поверхность передней части топки, направление воздушного потока изменяют путем установки на выходе из воздухонаправляющего аппарата двух конических колец. Компоновка топливного подогревателя и предкамера показана в соответствии с рисунком 1.

В связи с тем что, в моторном топливе встречаются механические примеси и оно подвержено коксуемости, на распыливающей шайбе котла КОАВ-200 увеличены проходные сечения каналов, количество их уменьшено, изменено на-

правление вращения струи топлива. В результате улучшилось время, и повысилась полнота сгорания.

Комплекс перечисленных конструктивных мероприятий позволил добиться эффективного сгорания моторного топлива в высоко напряженных топках котлоагрегатов КОАВ-200. Благодаря наличию в этом топливе легких фракций его надежное первоначальное воспламенение в топках котлоагрегатов происходит даже при пониженных температурах окружающего воздуха. При теплотехнических испытаниях котлоагрегатов отличное, надежное зажигание факела, устойчивое и полное сгорание топлива, бездымное горение при ярко-сложном цвете факела. Поверхность топки после эксплуатации оказалась чистой и сухой, а на трубках был обнаружен незначительный налет сажи.

Расход топлива, КПД котлоагрегата, коэффициент избытка воздуха после перевода на моторное топливо практически не изменились.

Таким образом, установлено, что судовые вспомогательные котлоагрегаты КОАВ-200 после незначительного переоборудования могут эксплуатироваться на моторном топливе.

4.3 Расчет форсунки автономного котлоагрегата для работы на моторном топливе

В данном проекте предусмотрен перевод автономного котлоагрегата КОАВ-200 на работу с использованием, в качестве основного, моторного топлива марки ДТ ГОСТ 1667-68 с его предварительным подогревом перед сжиганием до температуры 85...95°С в радиационном подогревателе для достижения необходимой вязкости топлива ν_t = 6-8 мм/с. В связи с низшей по сгоранию с дизельным топливом «Л» 02-62 ГОСТ 305-82 теплотой сгорания моторного топлива (для дизельного топлива Q^P_H = 42700 кДж/кг для моторного топлива Q^P_H = 41634 кДж/кт) проведем расчет распылителя.

Исходные данные для расчета диаметра выходного отверстия:

Производительность форсунки при работе на дизельном топливе В=22кг/ч; марка топлива - моторное ДТ ГОСТ 1667-68; давление топлива перед форсункой – 1,6 МПа; температура подогрева топлива – 90°С; кинематическая вязкость топлива – $\nu_к$ = 8 мм^2/С; угол раскрытия факела (принят) 2α - 80°-90°; геометрические размеры распылителя принимаем на основании следующих расчетов.

Число тангенциальных каналов n=4; диаметр камеры завихрения D = 8 мм; ширина одного тангенциального канала при работе на дизельном топливе в = 1,2 мм; глубина одного тангенциального канала при работе на дизельном топливе h = 1,8 мм; диаметр отверстия сопла при работе на дизельном топливе d_c = 1,2 мм.

Эскиз распылителя форсунки представлен на рисунке 4.1:

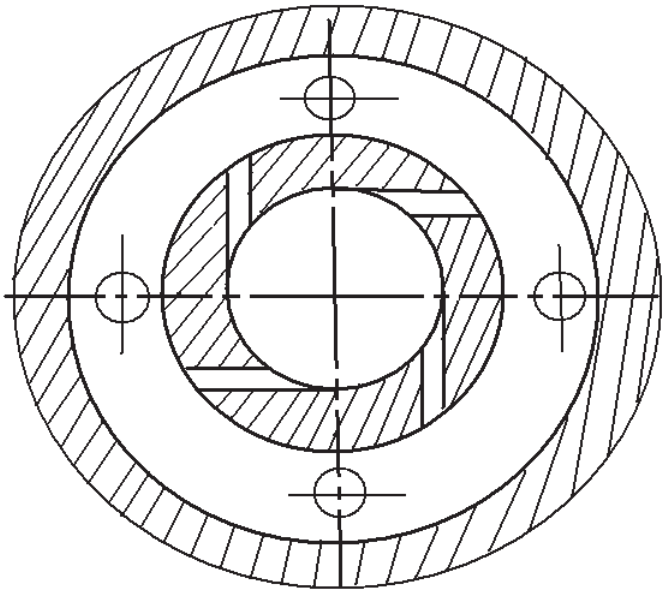


Рисунок 4.1 - Эскиз распылителя форсунки

Постольку вязкость топлива увеличивается на незначительную величину, геометрические размеры тангенциальных каналов и отверстия сопла увеличиваем пропорционально увеличившемуся расходу топлива (для сохранения постоянной скорости протекания топлива и давления перед форсункой):

$$\beta_{мот} = \frac{Q^{P}_{ид} * \beta_{д}}{Q^{P}_{и\,мот}}$$

где $\beta_{мот}$ – расход топлива при работе котлоагрегата на моторном топливе, кг/ч;

$Q^{P}_{ид}$ – теплота сгорания дизельного топлива, кДж/кг;

$Q^{P}_{и\,мот}$ – теплота сгорания моторного топлива, кДж/кг;

$\beta_{д}$ – расход топлива при работе котлоагрегата на дизельном топливе, кг/ч.

$$\beta_{мот} = \frac{42700 * 22}{41634} = 23{,}5\,\frac{кг}{ч}.$$

Аналогично, пропорциональным способам рассчитываем геометрические размеры распылителя.

Площадь сечения отверстия сопла при работе на моторном топливе равна:

$$F_{c\,мот} = \frac{F_{од} * \beta_{мот}}{\beta_д} = \frac{\pi * d_{сд} * \beta_{мот}}{4 * \beta_д} = \frac{3{,}14 * 1{,}2^2 * 23{,}5}{4 * 22} = 1{,}25\ мм^2,$$

откуда

$$d_{c\,мот} = \sqrt{\frac{4 * F_{c\,мот}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 1{,}25}{3{,}14}} = 1{,}3\ мм$$

Площадь тангенциальных каналов при работе котлоагрегата на дизельном топливе:

$F_{к.д.} = n*b_д*h_д = 4*1{,}2*1{,}8 = 8{,}64$ мм^2

Площадь тангенциальных каналов при работе котлоагрегата на моторном топливе:

$$F_{c\,мот} = \frac{F_{к.д} * \beta_{мот}}{\beta_д} = \frac{8{,}64 * 29{,}5}{22} = 9{,}22\ мм^2.$$

Оставим ширину тангенциального канала $b_д$ без изменения.

$$n_{мот} = \frac{F_{к.мот.}}{b_д * n} = \frac{9{,}22}{1{,}2 * 4} = 1{,}9\ м.$$

По характеристике *A* находим угол раскрытия факела при работе котлоагрегата на моторном и дизельном топливе и сравниваем между собой. При работе котлоагрегата на дизельном топливе.

$$A = \frac{\pi}{4} * \frac{(D - b_д) * d_c * д}{F_{к.д.}} = \frac{3{,}14}{4} * \frac{(8 - 1{,}2) * 1{,}2}{8{,}64} = 0{,}742$$

По графику определяем 2α = 64°С при работе на моторном топливе.

$$A = \frac{\pi(8 - 1{,}2)1{,}3}{4 * 9{,}22} = 0{,}753$$

По графику 2α = 66°С.

Угол распыливания форсунки изменим незначительно, т.е. вычисленные геометрические размеры отверстия и тангенциальных каналов распылителя нас устраивают.

Теоретическая скорость истечения, относимая к площади сечения форсунки.

$$C = \sqrt{2 * g * H} = \sqrt{\frac{2 * g * P_H}{\gamma}};$$

где γ = 860 кг/м^3 – удельный вес моторного топлива при t = 80°С.

$$C = \sqrt{\frac{2 * 9{,}81 * 1{,}6 * 10^6}{860}} = 19{,}1\frac{м}{с}$$

Критерий Рейнольдса:

$$Re = \frac{c * d_{с.мот}}{\nu} = \frac{19{,}1 * 1{,}3 * 10^{-3}}{8 * 10^{-6}} = 69083;$$

Коэффициент расхода по графику:

$$M = f(A) = 0{,}52.$$

Действительный коэффициент расхода с учетом влияния моторного топлива:

$$M_g = M\frac{a}{\sqrt[3]{Re}}\sqrt{\frac{D-b}{d_{с.м.м.}}} = 0{,}52\frac{8}{\sqrt[3]{6908}}\sqrt{\frac{8-1{,}2}{1{,}3}} = 0{,}300;$$

Производительность форсунки:

$B = 0{,}785*3600*d^2_{с.мот.}*c*\gamma*Mg = 0.785*3600*1.3^2*10^{-6}*19.1*860*0.300 =$ 23.53 кг/ч.

Получим производительность форсунки достаточно близкую к заданной, следовательно, размеры были приняты правильно, расход моторного топлива при работе котлоагрегата КОАВ-200 с модернизированной форсункой составит 23,53 кг/ч.

4.4 Расчет топочного подогревателя топлива котлоагрегата КОАВ-200.

На поверхности воздухонаправляющего устройства устанавливается стальная спиралеобразная трубка, которая находится в зоне с температурой, достаточной для подогрева топлива МТ ГОСТ 1667-68. Длина трубки при ее наружном диаметре 10мм должна быть не менее 1,5м.

Количество витков определяется по формуле:

$$n = \frac{L}{\pi \cdot D},$$

где: L – длина трубки, L=1,5 м

D – диаметр кольца трубки, D=0,16 м

$$n = \frac{1{,}5}{3{,}14 \cdot 0{,}16} = 2{,}98$$

Принимаем количество витков n= 3.

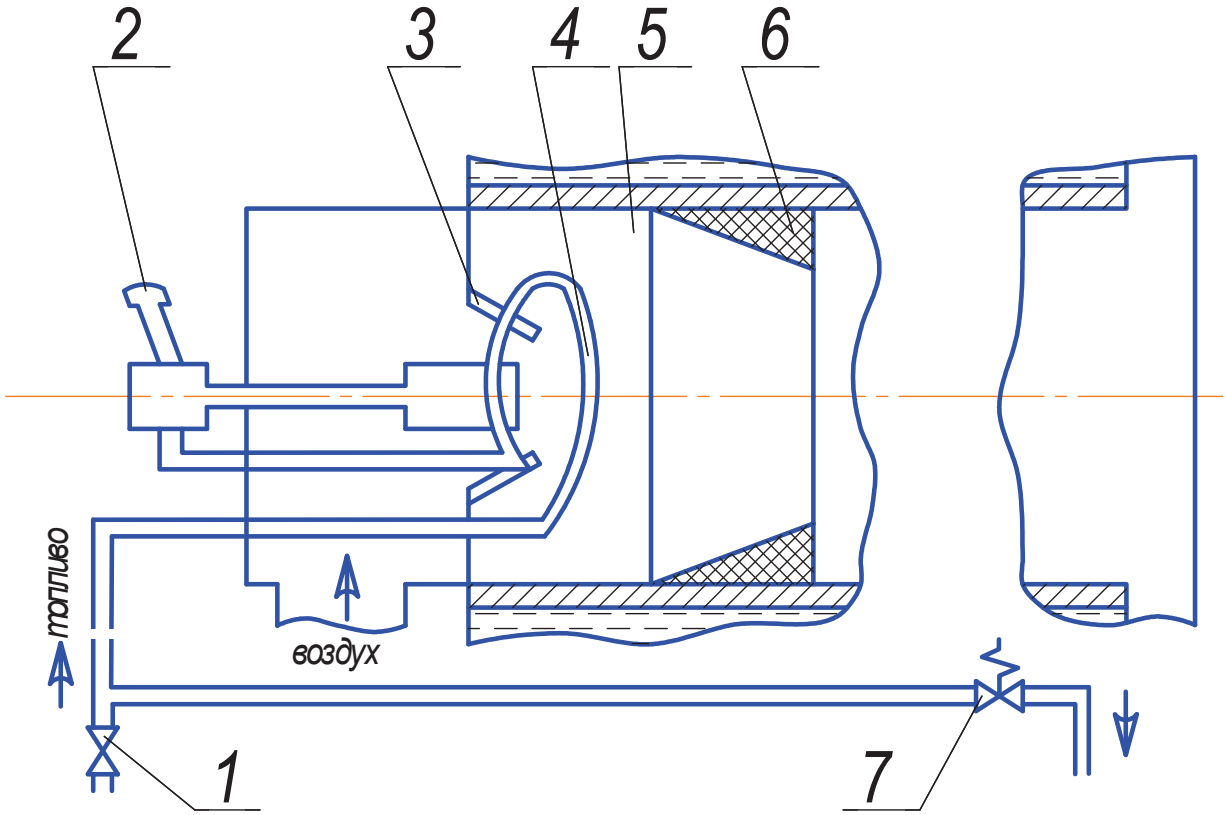


Рисунок 4.2 - Схема компоновки предкамеры и топливного подогревателя.

1. Электромагнитный клапан
2. Форсунка
3. Воздухонаправляющее устройства
4. Подогреватель топлива
5. Предкамера
6. Коническое кольцо
7. Клапан сбора топлива
8.

4.5 Расчет утилизационного водогрейного котла на вспомогательный двигатель

Количество теплоты, которое может быть использовано в утилизационном котле, определяется по формуле:

$$Q_{or} = 0.85 * N_e * g_r * C_p * (t_1 - t_2) * \eta_r/3{,}6$$

где: N_e - эффективная мощность двигателя, кВт. N_e = 165;

g_r - удельная масса газов, выходящих из дизеля, кг/(кВт*ч);

C_p - массовая теплоемкость газов, выходящих из дизеля. C_p = 1.1 кДж/(кг*К);

t_1 - температура газов на входе в котел, принимаем на 10°С ниже температуры газов на выходе из двигателя, t_1 = 350°С;

t_2 - температура газов, уходящих из котла. t_2 = 185°С.

Удельная масса выпускных газов равна сумме удельной массы воздуха $g_в$, поступившего в дизель и удельного, эффективного расхода топлива g_e.

$$g_r = g_B + g_e$$

где: $g_B = \frac{3600*\rho_в*\eta_н}{P_B}$;

$\rho_B = 1.293\frac{273}{273+t_B}$ - плотность воздуха, кг/м^3;

t_B = 25°С – температура воздуха перед входом в цилиндр;

P_B = 5,37*10^2 кПа – среднее эффективное давление.

$\rho_B = 1.293\frac{273}{273+25} = 1{,}18453\ кг/м^3$

η_r – коэффициент потери теплоты в окружающую среду, η_r = 0,95;

η_H – коэффициент наполнения цилиндра воздухом, принимаем η_H = 0,85;

$g_B = \frac{3600*1{,}18453*0{,}85}{5{,}37*10^2} = 6{,}7498\frac{кг}{кВт*ч}$;

g_e = 0,23 кг/ (кВт*ч);

g_r = 6,7498+0,23 = 6,9798 кг / (кВт*ч);

$Q_{o.r}$ = 0,85*165*6,9798*1,1*(350-185)*0,95/3,6 =46886,043 Вт;

$Q_{o.r}$ = 46,886 кВт.

Поверхность нагрева водогрейного котла определяется по формуле:

$$H_k = \frac{Q_{o.r}}{g}, \text{ м}^2;$$

Где g = 11,63 кВт/м^2 – удельная теплопроизводительность котла.

$$H_k = 46{,}886/11.63 = 4{,}035 \text{ м}^2;$$

Принимаем длину газовых труб 670 мм, диаметр – 45 мм, тогда кол-во труб определяется по формуле:

$$n = \frac{H_k}{\pi * D * h},$$

где D = 0,045 м – диаметр трубы;

h = 0,67 м – длина трубы.

$$n = \frac{4{,}035}{3{,}14 * 0{,}045 * 0{,}67} = 43$$

5. Модернизация системы подготовки тяжелого топлива

Суда проекта 428.2 оснащались двухтопливной системой, эта система предусматривала возможность работы главных двигателей на тяжелых сортах топлива. Однако в процессе эксплуатации судов при переводе дизелей на моторное топливо значительно ухудшались тепло – технические показатели двигателей, топливная аппаратура выходила из строя. При таких режимах эксплуатации двигателя нуждались в частом ремонте, иногда с заменой топливной аппаратуры. В связи с этим на значительной части судов проекта 4282 система подготовки моторного топлива была демонтирована, а на остальных судах просто не использовалась по назначению. В своей работе я предлагаю модернизацию судна путем замены главных двигателей на дизеля коломенского завода Д42 (6ЧРН30/38), которые более адаптированы при эксплуатации на тяжелых сортах топлива. Поэтому я считаю целесообразным восстановления системы подготовки тяжелого топлива, путем установки бустерного модуля по подготовки топлива.

5.1 Описание системы

Ступень низкого давления:

Ступень низкого давления включает два питающих насоса (один действующий и один в режиме ожидания), автоматический фильтр Alfa Laval с дублирующим ручным неполнопоточным фильтром и датчик потока для предоставления информации о потреблении топлива. Последним компонентом камеры низкого давления является смесительный бак, в котором свежее топливо смешивается с горячим топливом, возвращающегося из двигателя. Так как скорость двигателя изменяется, изменяется и потребление топлива, поэтому специальный клапан регулировки давления позволяет топливу циркулировать в камере низкого давления таким образом, чтобы поток свежего топлива, поступающий через трехходовой клапан, точно соответствовал потреблению топлива двигателем. Если произойдет сбой в работе действующего насоса, система автоматически переключится на насос, который находится в режиме ожидания.

Из смесительного бака топливо попадает в камеру высокого давления. Скорость потока в этой камере устанавливается в несколько раз выше, чем фактический уровень потребления топлива, с целью предотвращения недостачи топлива в форсунках. Скорость потока возрастает, и давление в системе задается производителем двигателя.

Ступень высокого давления:

Ступень высокого давления включает: циркуляционный насос, устройства подогрева топлива и датчик вязкости. Датчик вязкости измеряет вязкость топлива и направляет сигнал в контроллер, где он сравнивается со значением вязкости, заданным производителем двигателя.

Отклонения от требуемого значения корректируется уровнем подачи теплоносителя в нагреватель. Давление в системе поддерживается клапаном регулировки давления, расположенным за форсунками (обычно он входит в комплект поставки двигателя), и избыточное топливо возвращается в смесительный бак.

5.2 Типичное размещение

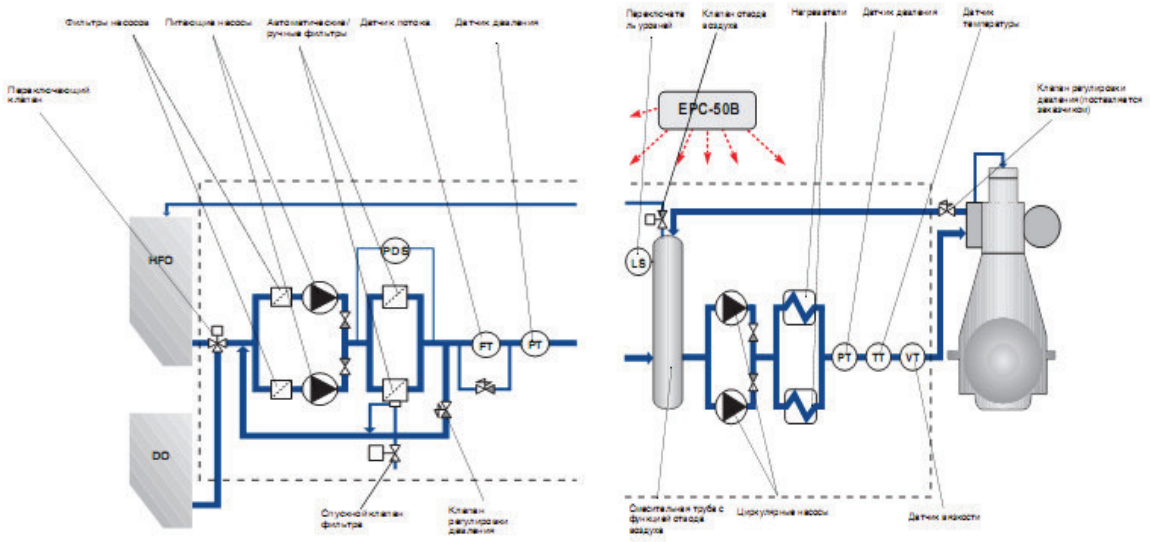


Рисунок.5.1 - Модуль подготовки топлива

Расходный бак
Очищенное тяжелое топливо закачивается в расходный бак. Температура в баке поддерживается в пределах от 70 до 90 ^{0}С. Расходный бак обычно расположен в верхней части машинного отделения. Под действием силы тяжести топливо из расходного бака поступает в смесительную трубу.

Питающие насосы низкого давления
Топливо из расходного бака поступает в систему через трехходовой клапан, откуда всасывается питающими насосами низкого давления. Эксплуатация этого участка под давлением устраняет проблемы газообразования и кавитации, которые возникают при использовании топлива с высокими температурами (от 120 до 150^{0}С). Таким образом обеспечивается равномерный поток топлива и предотвращаются повреждения насосов.

Топливные фильтры
Автоматический главный фильтр обратной циркуляции Alfa Laval, дублирующийся ручным неполнопоточным фильтром, устраняет из топлива все частицы, которые могут привести к повреждению двигателя. Постоянная автоматическая обратная циркуляция и надежные элементы дискового фильтра гарантируют высокую эффективность и требуют минимального технического обслуживания. Фильтрующий блок можно также установить после ступени высокого давления, но для более высокой скорости потока требуется фильтр большего размера, при тех же параметрах двигателя.

Датчик потока
Датчик потока устанавливается со стороны повышенного давления питающих насосов, чтобы контролировать потребление топлива. Вместо него может быть установлен датчик массового расхода.

Смесительная труба с функцией отвода воздуха
Смесительная труба предназначена для смешивания «холодного» топлива из расходного бака с избыточным горячим топливом, которое поступает из дизельных двигателей. Смесительная труба изготовлена из стали, заизолирована и часто оборудована сетевым электронагревателем диаметром 300-400 мм и высотой 1-1,5 метра. Газы, накапливающиеся в смесительной трубе, автоматически выводятся обратно в расходный бак и постоянная «воздушная подушка» внутри смесительной трубы устраняет колебания давления в системе.

Циркуляционные насосы
Циркуляционные насосы подают ТТ в двигатель необходимыми интенсивностью и давлением. Возможности насосов всегда в несколько раз превосходят максимальный рекомендуемый уровень потребления топлива, чтобы обеспечить достаточное наполнение впрыскивающих насосов. Необходимое давление для циркуляционной системы указывается производителями двигателей. Это давление контролируется клапаном регулировки давления, который устанавливается на

двигателе или сразу после двигателя, в обратной линии, ведущей к смесительной трубе.

Нагреватели
Перед впрыскиванием в дизельный двигатель температура увеличивается для достижения необходимой вязкости топлива (обычно около 10-15 сст).

Датчик вязкости
датчик вязкости измеряет вязкость впрыскиваемого топлива, сравнивает ее со значением, заданным производителем двигателя, и передает сигнал контроллеру. Контроллер регулирует уровень подачи теплоносителя в нагреватели, поддерживая необходимую вязкость.

Шкаф управления
Шкаф управления состоит из двух отделений: нижнего, которое содержит пускатели электродвигателя, и верхнего, в котором содержится контроллер EPC50B.

Контроллер
Контроллер EPC 50B управляет следующими функциями:

1. Переключение ДТ/ТТ
2. Включение резервного насоса
3. Отвод воздуха из смесительного бака
4. Управление вязкостью при помощи пара, термостойкого масла или электрического подогрева
5. Период между последовательными сменами масла в автоматическом фильтре

Если контроллер не работает, всеми этими функциями можно управлять вручную.

6. Технологический процесс монтажа утилизационного водогрейного котла

Для удобства монтажа и надежности и крепления, агрегат устанавливаем на раму.

6.1 Маршрут монтажа.

Технологический процесс монтажа КУВ включают в себя следующие операции:

- 000 Слесарная. Проверить горизонтальность фундаментной рамы относительно палубы, допустимый уклон 1:300; установить шаблон на фундамент; закрепить шаблон от перемещений; разметить на фундаменте отверстия под установку, кернить по развертке.
- 005 Сверлильная. Сверлить 8 отверстия ф16мм; зачистить заусенцы и притупить острые кромки.
- 010 Монтажная. Установить прокладочный материал; установить КУВ, надеть шайбы, наживить гайки; закрепить гайки на 8-и болтах М16; соединить фланцы трубопроводов.
- 015 Контрольная. Проверить плотность прилегания установки к фундаментной раме, зазор должен не превышать 0,5мм по всему периметру; испытать давлением Р=1,25 раб трубопроводы; проверить герметичность фланцевых соединений; проверить крепление КУВ к фундаментной раме.

6.2 Выбор оборудования.

Для сверления отверстий ф16мм выбираем электрическую дрель ДР-1000 ГОСТ 8274-93; для зачистки заусенцев, острых кромок выбираем электрическую шлифовальную машинку УМ-750 ГОСТ 11903-78.

Для монтажа КУВ выбираем тали ручные РТК-2 ГОСТ 6899-75, стропы ГОСТ 6899-75.

Для испытания давлением трубопроводов выбираем гидравлический ручной пресс $P_{раб}$=4,0 МПа

6.3 Выбор приспособлений и инструмента.

Для разметки отверстий на фундаменте выбираем чертилка 7840-1004 ГОСТ 24423-80, молоток ГОСТ 7850-0103 Ц15хр ГОСТ 2310-75, керно 43.00055 Н12х1 ГОСТ 7213-75.

Для сверления отверстий выбираем сверло 2301-0039 ГОСТ 1903-77.

Для крепления гаек на болтах после монтажа КУВ на фундамент, сборки фланцевых соединений трубопроводов выбираем ключи гаечные 7811-0021-НС1х9 ГОСТ 2839-80, 7811-0464-НС1х9 ГОСТ 2839-80, 7811-0021-НС1х9 ГОСТ 2839-80.

Для проверки крепления КУВ к фундаментной раме выбираем набор гаечных ключей 7811-0021-Н01х9 ГОСТ 2839-80.

6.4. Выбор измерительного инструмента.

Для проверки горизонтальности фундаментной рамы относительно палубы выбираем уровень рамный 200-002 ГОСТ 9392-75, линейка 1600 ГОСТ 427-75.

Для проверки плотности прилегания установки к фундаментной раме выбираем набор щупов ТУ2-034-225-87.

6.5. Расчет режимов резания.

<u>Сверлильная операция.</u>

Глубина сверления принимается равной толщине швеллера S = 6 мм.

Допустимая скорость резания V_P,

$$V_P = \frac{C_v \cdot D^{zv}}{T^m \cdot S^{yv}} \cdot K_v \ ,$$

где Cv = 7 – коэффициент, учитывающий материал заготовки;

D = 16 мм - диаметр сверла;

T = 50 мин. – стойкость сверла;

S = 0,1 мм/об – подача при среднем усилии человека 300 Н;

m = 0,2 – показатель относительной стойкости сверла;

Z_v = 0,4 – показатель степени;

$K_v = 0,7$ – поправочный коэффициент, характеризующий изменение условий резания;

$$V_p = \frac{7 \cdot 16^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,1^{0,1}} \cdot 0,7 = 9,94 \text{ м/мин},$$

Расчет частоты вращения сверла

$$n = \frac{1000 \cdot V_P}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 9,94}{3,14 \cdot 16} = 316,6 \ мин^{-1},$$

Действительная скорость резания

$$V_Д = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{шп}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 1000}{1000} = 31,4 \ м/мин,$$

Мощность, необходимая для резания

$$N_{рез} = \frac{M \cdot n_{шп}}{9550},$$

где M – момент от сил сопротивления резания, $Н \cdot м$;

$$M = 10^{-2} \cdot S^{yv} \cdot C_m \cdot D^{zv} \cdot K_m,$$

где Cm = 34,5 – коэффициент, характеризующий материал;

$Z_v = 2$ – показатель степени;

$Y_v = 0,8$ – показатель степени;

$K_m = 1,2$ – поправочный коэффициент, характеризующий изменение условий резания.

$$M = 10^{-2} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 34,5 \cdot 16^2 \cdot 1,2 = 9,25 \ Н \cdot м,$$

Мощность резания равна:

$$N_{рез} = \frac{9,25 \cdot 1000}{9550} = 0,97 \text{ кВт},$$

Проверочный расчет показал, что выбранная электродрель Др – 1000, соответствует рассчитанной мощности резания. $N_{Др} = 1$ кВт.

Расчет норм времени на сверление.

Основное время определяем по формуле:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S};$$

где: n=1000 мин.$^{-1}$ - частота вращения шпинделя,

S=0.1мм/об -подача

L - расчетная длина рабочего хода инструмента:

$$L = l + l_1 + l_2$$

где: l - длина обрабатываемой поверхности,

$(l_1 + l_2)$=2мм - суммарная величина врезания и пробеги

L=6+2=8мм

$$T_o = \frac{8}{1000 \cdot 0{,}1} = 0{,}08 \text{ мин}$$

$T_{об}$; $T_в$; $T_{от}$ - определяем из[11,прил.5и6]

$$T_в = T_{у.с} + T_{у.п} + T_{из} + T_{з.о}$$

где: $T_{у.с} = 0{,}05 мин$; $T_{з.о}$=0,034 мин; $T_{у.п} = 0{,}035 мин$

$T_{из} = 0{,}09 мин$

$T_в$ =0.05+0.034+0.035+0.09=0. 2 мин

$T_{об}$ =0,002мин - время на обслуживание рабочего места,

$T_{от}$=0,023мин - время на отдых

$T_{шт}$=0,08+0,209+0,002+0,023=0,314 мин

$T_{п-з}$ =4мин - подготовительно-заключительное время.

$$T_{ш.к.} = \frac{4}{1} + 0{,}314 = 4{,}314 \text{ мин}$$

7. Охрана труда

7.1 Общие положения

Охрана труда в России - дело Государственной важности. Несоблюдение или незнание правил техники безопасности, санитарии, гигиены труда являются причинами несчастных случаев и заболеваний членов экипажа судна. Поэтому каждый член экипажа должен безупречно знать и уметь выполнять свои обязанности, соблюдая при этом правила техники безопасности, производственной санитарии, противопожарной защиты.

Все работы, связанные с модернизацией судна, производятся, основываясь на «Правилах безопасности труда на судах речного флота», «Правилах технической эксплуатации речного транспорта», «Правилах пожарной безопасности на судах речного флота», «Правилах ремонта судов».

В связи с модернизацией возникает необходимость соблюдения правил техники безопасности. В следствие установки утилизационного котла возникает необходимость проверки имеющейся естественной и искусственной вентиляции, а также естественного и искусственного освещения. Модернизационные мероприятия не влияют на такие вредные факторы, как шум и вибрация.

Благодаря применению новой техники улучшаются условия труда рабочих и служащих, происходит устранение причин, ведущих к травматизму и несчастным случаям. Все работы на судах должны выполняться в строгом соответствии с требованиями Правил технической эксплуатации речного транспорта и инструкциями заводов – изготовителей. Общие требования техники безопасности на судах транспортного флота имеют характерные особенности, заключающиеся в том, что безопасные условия труда всего судового экипажа зависят от правильных и своевременных действий каждого члена экипажа и строгого выполнения ими своих должностных обязанностей. Ответственность за соблюдение правил во время эксплуатации судна несут капитан и вахтенный начальник судна, а в машинно – котельном отделении – механик судна. Командный состав проходит аттестацию по производственной безопасности. Обучение практикантов, назначенных на штатные должности и лиц, вновь принятых на работу, проводят в течении 6 – 10 вахт в нормальной производственной обстановке, до полного ос-

воения ими безопасных методов работы. Ответственность за правильную организацию и качества инструктажа и обучение членов экипажа безопасным методам работы на судне несёт капитан. Каждый член экипажа, обнаруживший нарушение инструкций по технике безопасности, а также неисправности систем, оборудования, устройств и механизмов, докладывает об этом непосредственному начальнику или вахтенному начальнику. Член судовой команды, заметивший какую – либо опасность для жизни и здоровья людей, немедленно принимают меры к её устранению, а если не в состоянии сделать этого лично, то докладывает о случившемся вахтенному начальнику.

На каждом судне имеются расписания по тревогам, в которых определены обязанности каждого члена экипажа. Все суда обеспечены аварийно – спасательным имуществом согласно действующим нормам снабжения судов речного флота. В состав имущества входят:

- Переносные технические средства и материалы для борьбы с водой и пожаром;
- Водолазное имущество;
- Инструмент;
- Защитная одежда.

Судовые энергетические установки, находящиеся в эксплуатации, отвечают требованиям Правил Речного Регистра РФ и Требованиям техники безопасности к судам внутреннего плавания. К обслуживанию судовых силовых установок и механизмов допускаются лица, достигшие 18 летнего возраста, имеющие диплом или свидетельство на право занятия должности, практические навыки по обслуживанию и прошедшие проверку теоретических и практических знаний по специальности. Доступ посторонних лиц в МКО без разрешения вахтенного механика запрещён.

На всех опасных местах и над запасными аварийными выходами вывешены на видном месте предупреждающие надписи и знаки. Борта, переборки, а также машинная шахта окрашены в светлые тона.

Проходы в машинно – котельном отделении всегда свободны и обеспечивают доступ ко всем постам управления судовыми механизмами.

Трубопроводы располагаются под сланями, вдоль бортов и под подволоком, не загромождая МКО. Все поверхности, имеющие во время работы высокую температуру, надёжно изолированы. Подготовка двигателей к работе и их обслуживание во время работы осуществляется в соответствии с Правилами обслуживания судовых ДВС и специальными инструкциями заводов – изготовителей.

Главные и вспомогательные механизмы оборудованы автоматикой и аварийно – предупредительной сигнализацией. Это значительно улучшает условия работы обслуживающего персонала и повышает надёжность механизмов. При ремонте двигателей и механизмов техника безопасности повышается за счёт применения специальных приспособлений, съёмников и инструмента.

Лица, непосредственно руководящие ремонтом, несут ответственность за инструктаж исполнителей работы, техническую подготовку работ и обеспечение рабочих исправным инструментом, приспособлениями, предохранительными и защитными средствами, за надлежащий контроль безопасных приёмов работы.

Все движущиеся части механизмов имеют ограждения (кожухи). Трапы и площадки оборудованы поручнями высотой 0,9 м. Слани в МКО, площадки и трапы изготовлены из листового рифленого металла и надёжно закреплены. Все контрольно – измерительные приборы, предохранительные и аварийные клапаны должны быть отрегулированы и проверены в установленные сроки и иметь пломбы и клеймо.

Электрооборудование и электроприборы имеют надёжную изоляцию во избежание поражения электрическим током. Всё электрооборудование надёжно заземлено. Для профилактических и ремонтных работ предусмотрены индивидуальные средства защиты: диэлектрические перчатки, калоши. Они проверены и имеют штамп с датой проверки. Перед главным распределительным щитом и за ним уложены деревянные слани, на которых уложены диэлектрические резиновые коврики, также прошедшие проверку. Предусмотрен специальный инстру-

мент для обслуживания электрооборудования, к обслуживанию которого допускаются лица, прошедшие квалифицированную проверку знаний и получившие право на обслуживание электроустановок.

Командный состав судов проходит квалификационную проверку один раз в три года, на предприятии к которому приписано данное судно.

Для создания здоровых условий труда работников в машинном отделении, предусмотрено соблюдение ряда регламентированных санитарно-гигиенических условий, к которым относятся: микроклимат, освещенность рабочих мест, шум, вибрация.

Нормирование параметров микроклимата предусмотрено по Сан.ПиН 2.2.4.548-96 и регламентируется тремя факторами:

- температура воздуха t°C;
- относительная влажность φ, %;
- скорость движения воздуха υ, м/с.

Таблица 7.1

Нормы метеорологических условий в МО.

Время года	Категории энергозатрат	Нормируемые факторы в МО		
		t,°C	φ,%	υ,м/с
Холодное (t<10°C)	2б	15÷22	15÷75	0.2÷0.4
Теплое (t>10°C)	2б	16÷27	15÷75	0.2÷0.5

После принятых мер безопасности труда работающих можно приступать к выполнению модернизационных работ.

После проведения основных работ по демонтажу и монтажу утилизационных котлов и установки приготовления водотопливной эмульсии проведём расчёт освещения машино – котельного отделения.

7.2 Освещение

Хорошее освещение рабочих мест, помещений – одно из условий гигиены и культуры производства, снижение производственного травматизма, обеспечение высокопроизводительного труда. Электрическое освещение судовых помещений и палуб в светотехническом отношении и нормы освещённости регламентируются Правилами Речного Регистра РФ и соответствующими требованиями Санитарных правил для судов внутреннего плавания.

Для анализа и оценки фактического состояния охраны труда необходимы критерии и методы объективной оценки санитарно-гигиенических условий и степени безопасности труда. Критериями санитарно-гигиенических условий являются нормируемые показатели, установленные государственными стандартами ССБТ. Для оценки их фактических значений выполняют инструментальные измерения по методикам регламентированным стандартом.

Места, где производятся монтажные работы, должны быть освещены в соответствии с требованиями Сан.ПиН 2.5.2.703-98 «Нормируемые значения освещённости помещений и рабочих мест на судах внутреннего и смешанного плавания». Искусственное освещение нормируется через освещенность и измеряется в люксах. Для измерения освещенности рабочего места предусмотрено использование прибора люксометра Ю-116. Нормой общего освещения для машинного помещения является 50 лк, а освещенность трапов составляет 30 лк.

Машинное отделение обеспеченно естественным и искусственным освещением. Естественное освещение обеспечивается через иллюминаторы. Искусственное освещение – электрическое, по назначению делится: основное, аварийное, переносное. Питание судовой осветительной сети производится переменным током, с напряжением 220 вольт. Сеть электрического освещения выполнена независимо от силовой сети. Переносное освещение питается через трансформатор. Аварийное освещение предназначено для работы при отказе основного освещения, и в аварийных ситуациях. Аварийное освещение питается от аккумуляторных батарей. Типы светильников выбираем в зависимости от характера помещений, с учётом светораспределения и системы защиты.

Требования к освещению

а) достаточное освещение рабочих поверхностей и пространства, которые находятся в поле зрения;

б) отсутствие в поле зрения слепящих источников света;

в) равномерная освещённость

Расчёт освещённости производим с учётом направленности излучения светильников и оптических характеристик помещения при равномерном распределении светильников по формуле:

$$F = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot Z}{n \cdot \eta}$$

где F – световой поток данной лампы, *лк;*

S – площадь освещённого помещения, *м*^{2}*;*

K – коэффициент запаса, учитывающий все факторы, влияющие на уменьшение светового потока;

Z – коэффициент, учитывающий отношение средней освещённости к наименьшей;

n – число установленных светильников;

η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент запаса зависит от характера освещаемого помещения.

Таблица 7.2

№ п/п	Характер помещения	Коэффициент запаса
1.	Каюты, кубрики	1,2
2.	Коридоры, камбузы, санузлы	1,3
3.	МКО, душевые, грузовые трюмы	1,5

Для помещений площадью до 10 м^2 принимаем $Z=1$, более 10 м^2 – $Z=1,15$. Коэффициент использования светового потока зависит от КПД и кривой светораспределения светильника, расчётной высоты подвеса светильника – $h_{рас}$; площади помещения – S; отношения длины к ширине; коэффициента отражения подволока – ρ_1, переборки – ρ_2, палубы – ρ_3.

Вычислим индекс помещений по формуле:

$$i = \frac{S}{h_{рас}(a+b)}$$

где S – площадь помещения;

$h_{рас}$ – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью;

$(a+b)$ – соответственно длина и ширина помещения.

Определяя коэффициент использования, нельзя не знать коэффициента отражения стен и подволока ρ_1 и ρ_2. Для жилых и общественных помещений $\rho_1=70\%$; $\rho_2=50\%$, а для вспомогательных и санитарных помещений $\rho_1=\rho_2=50\%$.

Расчёт общего освещения точечным методом

Точечный метод даёт возможность определить освещённость в заданной точке освещённой поверхности, расположенной любым образом.

Проверяем освещённость точки "m" в машинном отделении по формуле, приведённой в [26].

$$E = \frac{n \cdot F_л \cdot \mu \cdot \sum C}{1000 \cdot K_з}$$

где E – истинная освещённость в расчётной точке;

$F_л$ – световой поток лампы, установленной в светильнике;

n – количество ламп в светильнике;

$\sum C$ – суммарное условное значение освещённости в намеченной точке;

$K_з$ – коэффициент запаса;

μ – коэффициент, учитывающий свет, отражённый от подволока и переборок.

В машинном отделении расположены 9 светильников марки СС – 373 Е. расстояние между светильниками равно 2,8 м; высота подвеса над поверхностью h_p=2,8 м. расстояние от светильников до расчётной точки "m".

Расстояния до светильников:

d_1=2,0 м; d_2=2,0 м; d_3=4,4 м; d_4=2,0 м; d_5=2,0 м;
d_6=4,4 м; d_7=4,4 м; d_8=4,4 м; d_9=8,0 м;

Согласно найденным значениям d и h_p по кривым построенных изолюксов для светильников СС–373 Е определяем суммарное условие значения освещённости в точке "m".

$\sum C=4,5\cdot 5+4\cdot 1,5+0,3=28,8$ *лк*

Определяем истинное значение освещённости в точке "m".

$n=1$ – количество ламп в светильнике;

$F_л=2,7$ *лк* – световой поток лампы;

$\mu=1,08$ – коэффициент, учитывающий отражение света от потолка и переборок;

$K_з=1,3$ – коэффициент запаса.

$$E=\frac{1\cdot 2700\cdot 1,08\cdot 28,8}{1000\cdot 1,3}=64,6 лк$$

Таким образом, освещённость больше требуемой.

Согласно правил техники безопасности запрещается:

1) снимать предохранительные сетки или плафоны со светильников для увеличения освещения помещений и палуб;
2) производить замену электроламп, светильников и осветительной арматуры, не обесточив их;
3) применять в светильниках электролампы большей мощности, чем это предусмотрено инструкцией.

Судовые светильники должны содержаться в чистоте и исправном состоянии; защитные стёкла должны иметь исправные резиновые прокладки; концы проводов и жил кабелей не должны иметь пересохшей и нарушенной изоляции и должны быть надёжно заделаны в арматуру; все светильники должны быть надёжно заземлены.

Схема освещения машинного отделения представлена на рис 7.1. и рис. 7.2.

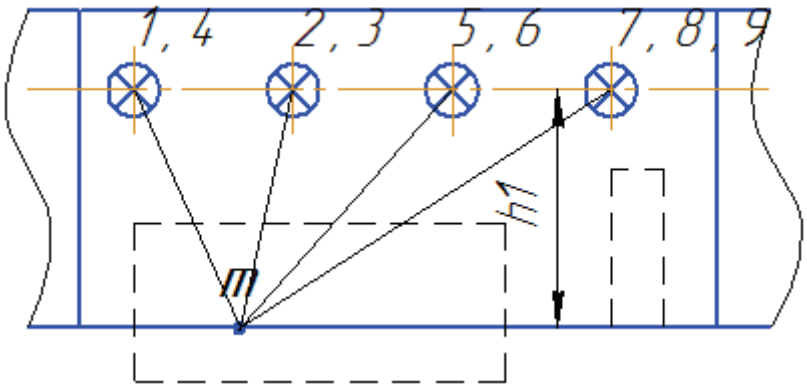


Рисунок 7.1 – Схема освещения машинного отделения (главный вид)

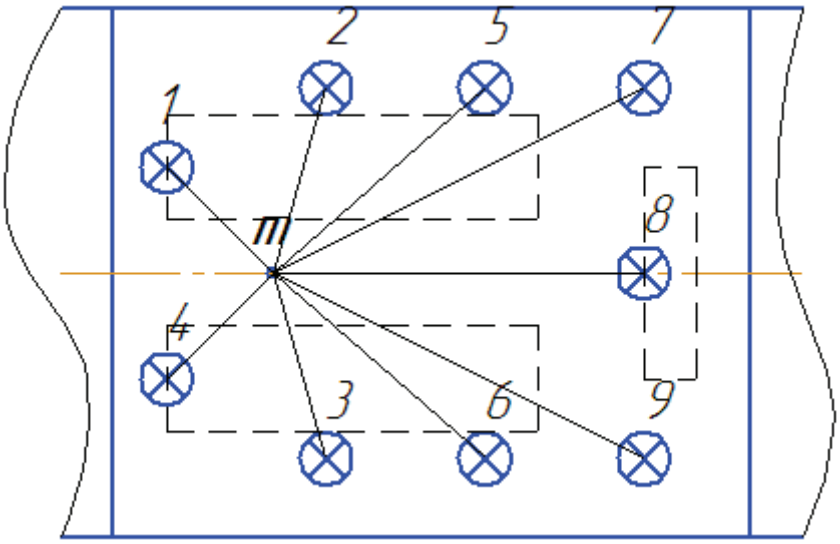


Рисунок 7.2 – Схема освещения машинного отделения (вид сверху)

Таким образом, результаты проведённого расчёта показали, что освещение обеспечивает необходимую освещённость для нормальной работы, что удовлетворяет требованиям Санитарных правил для судов внутреннего плавания и Правил Речного Регистра РФ.

7.3 Вентиляция машинного помещения

Одним из ведущих средств оздоровления условий труда в машинном отделении является вентиляция. На судах проекта 4228 применяется как естественная, так и искусственная вентиляция. Вентиляция должна обеспечивать достаточный приток воздуха, необходимый для нормального обслуживания и работы механизмов при любых условиях эксплуатации судна. Подача приточного воздуха, подаваемого искусственной или естественной вентиляцией в машинное отделение, осуществляется через поворотные воздухораспределители. Они позволяют изменять направление потока воздуха, подавая его на рабочую площадку. Согласно Санитарным правилам расчётная разность температур между воздухом машинного отделения и наружным не должна превышать 5°С. При отсутствии постоянной вахты в машинном отделении переход температур допускается до 10°С, общее время нахождения людей в помещении должен быть не более двух часов. Относительная влажность должна быть в пределах 55–70%.

Для удаления вредных газов, паров топлива и масла, пыли, излишнего тепла, машинное отделение оборудуют проточно-вытяжной вентиляцией. Смена воздуха производится электроприводными вентиляторами.

Санитарными правилами Сан.ПиН 2.5.2. 703-98 предусмотрена определённая температура в машинном отделении. В наиболее тёплый период навигации, разность температур МКО и наружного воздуха не должна превышать 10°С при отсутствии постоянной вахты в МКО.

Для определения воздухообмена производим расчёт тепловыделений МКО. Количество избыточного выделения теплоты рассматривается отдельно от главных двигателей, дизель-генераторов, вспомогательного котла. Расчёт будем производить согласно РТМ 212.5025-85.

Расчёт вентиляции машинного отделения

Согласно требованиям нормативных документов количество приточного воздуха в машинное отделение в теплый период эксплуатации определяется из условия расхода воздуха на горение.

В машинном отделении установлены два главных двигателя «6ЧРН 30/38» с турбонаддувом мощностью 1000 кВт каждый и дизельный котел «КОАВ-200» мощностью 73,3 кВт.

Количество воздуха, расходуемого на горение топлива, при работе главных двигателей определяется по формуле:

$$\wp^{ГД}{}_{гор} = B \cdot к \cdot n, м^3 / ч \qquad (14)$$

где B =1000кВт – мощность ГД;

$к$=6,1 м^3 – по справочным данным необходимое количество воздуха, расходуемого на горение топлива в каждом двигателе на каждый кВт мощности в час;

n – количество двигателей (n=2).

$$\wp^{ГД}{}_{гор} = B \cdot к \cdot n, м^3 / ч = 1000 * 6,1 * 2 = 12200 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество воздуха, расходуемое на горение топлива при работе дизельного котла:

$$\wp^{К}{}_{гор} = \frac{11 \cdot Q_p^н \cdot B_к}{4000} м^3 / ч \,($$

Q_p^H – низшая теплота сгорания топлива, кДж;

Q_p^H=41900Дж/кг (по справочным данным);

B – расход топлива, кг/с;

B=0,0021кг/с (по паспортным данным)

$$\wp^{К}{}_{гор} = \frac{1,1 \cdot 41900 \cdot 0,0021}{4000} = 0,024 м^3 / с = 86,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Общее количество воздуха, которое необходимо подать в машинное помещение:

$$L = \wp^{ГД}{}_{гор} + \wp^{К}{}_{гор} = 12200+86,4=12286,4$$

Для подачи воздуха в машинное помещение установлены два приточных вентилятора VHf 63/1440 производительностью Q = 6000 м^3/ч;

Удаление воздуха из машинного отделения осуществляется естественным путем через вентиляционные крышки, которые выходят на главную палубу и шахту газовыхлопов путем забора воздуха главными двигателями с турбонаддувом из объема помещения. Минимально необходимая площадь проема в кожухе труб соответствует норме.

Расчет вентиляции дизель-генераторного отделения

Согласно требованиям нормативных документов количество приточного воздуха в машинное помещение в теплый период эксплуатации определяется из условия расхода воздуха на горение.

В дизель-генераторном отделении установлены дизель-генератор «ДГРА-150/750» с мощностью дизеля 160 кВт, дизель в составе дизеля «6 ЧН 18/22» и генератора «ГСС114-8М» с мощностью 150 кВт.

Количество воздуха, расходуемое на горение топлива при работе дизель-генератора «ДГРА- 150/750» : 6,1*165=1006,5 м^3/ч;

Количество воздуха, расходуемое на горение топлива при работе дизель-генератора в составе дизеля «6Ч 12/14» и генератора «МСК 83-4»: 60*6,1=366 м^3/ч;

Общее количество воздуха, которое необходимо подать в дизель-генераторное отделение:

$$L = \wp^{ГД}{}_{гор} + \wp^{ДГвн}{}_{гор} = 366 + 1006{,}5 = 1372{,}5 \text{ м}^3/\text{ч}; \qquad (26)$$

Для подачи воздуха в дизель-генераторное отделение установлен приточный вентилятор 22ЦС-6 производительностью Q = 2200 м^3/ч;

Удаление воздуха из дизель-генераторного отделения осуществляется естественным путем через вентиляционные крышки, которые выходят на главную палубу.

7.4 Средства противопожарной безопасности

Для борьбы с пожаром судно оборудовано мощной противопожарной системой. Теплоход имеет две огнезадерживающие переборки. На судне по коридорам установлены противопожарные двери, делящие теплоход на меньшие части и способствующие быстрой ликвидации очага возгорания. Деревянные конструкции жилых, бытовых и служебных помещений пропитаны защитным раствором. Для раннего обнаружения очага пожара судно оборудовано пожарной сигнализацией. Автоматические датчики установлены в грузовом трюме, форпике, румпельном отделении и в служебном помещении для хранения лакокрасочного материала.

В машинном отделении предусмотрен пожарный щит оснащенный углекислотными огнетушителями ОУ–2 по ГОСТ 7276–77, 4 штуки и кошмой. При проведении сварочных работ и газо-резательных, всегда под рукой нужно иметь ведро с водой и кошму.

Пожарные вещатели, сигнализирующие о пожаре, имеются во всех коридорах и на всех палубах. Питание сигнализации осуществляется от сети постоянного тока напряжением 24 вольта. Пульт управления и оповещения находится в рулевой рубке. Пожарный насос постоянно поддерживает давление в пожарной системе. Общий запас пенообразователя. Судно укомплектовано пожарными рукавами длиной 20 м и 10 метровыми для МКО. противопожарная система имеет 16 пожарных кранов, которые расположены с учётом тушения пожара в любой точке теплохода, как минимум двумя рукавами. Для тушения возгорания топлива в топливных танках предусмотрена система пожаротушения. Судно укомплектовано также и первичными средствами тушения пожара. Пожарные щиты укомплектованы баграми, вёдрами, ломами, лопатами, топорами. В МКО установлены два ящика с песком. На своих штатных местах вывешены 12 пенных огнетушителей марки ОП–5. У ГРЩ, установленные согласно требованиям противопожарной безопасности. Два раза в месяц на судне проводится учебная пожарная тревога для всех членов экипажа. Каждый член экипажа занимает по тревоге своё место согласно штатному общесудовому расписанию по тревогам и

действует по инструкции. Для подачи сигналов тревоги теплоход оборудован судовым колоколом, громкоговорящей радиотрансляционной связью и пожарной сигнализацией.

7.5 Защита от вибрации и шума

На водном транспорте многие производственные процессы сопровождаются значительным шумом, который оказывает влияние не только на органы слуха, но и на другие органы человека. Под действием шума происходит расстройство центральной нервной системы, появление бессонницы, головных болей, повышение кровяного давления.

Уровень шума установленных агрегатов и вибрации должен удовлетворять «Санитарным нормам шума на судах внутреннего и смешанного плавания» ГОСТ 12.1.003–83, «Санитарным нормам вибрации на судах внутреннего и смешанного плавания» ГОСТ 12.1.012–93, а также «Санитарным нормам уровня шума на рабочих местах» СН 22.4/2.1.8.562–96. Измерение шума при санитарной оценке производят по корректирующей частотной характеристике (А) шумомера ВШВ–003.

Согласно санитарных норм при проведении монтажных работ уровень шума не должен превышать 80 дБ. Превышение будет негативно сказываться на самочувствии рабочих.

Ручной пневматический инструмент до выдачи рабочему должен проверяться работниками инструментальной службы и отвечать требованиям санитарных норм и правил, при работе с инструментом, создающим вибрацию передаваемую на руки работающих.

Уровень шума, не превышающий 75 – 80 дб, не оказывает вредных действий для здоровья работающих. Вредит также и вибрация. Источником вибрации и шума на судах являются работающие главные и вспомогательные двигатели. У двигателей уровень шума может достигать 114 дб, что вредно для здоровья. Для снижения вибрации и шума в машинно – котельном отделении предусмотрены следующие мероприятия:

1. Виброизоляция источников шума на судне, главных машин и вспомогательных механизмов.
2. Стенки приёмных полостей воздуходувок выкладываются войлоком.
3. На выхлопных коллекторах двигателей установлены компенсаторы (глушители).
4. Облицовка стенок вентиляторных шахт машинного отделения.

Необходимо принимать меры по подавлению шума в местах его возникновения или вблизи от них.

Таблица 7.3

Сводная таблица допустимых норм и мероприятий по снижению вредных факторов

Рабочее место	Вредные и опасные факторы	Нормативный документ	Нормальные значения	Мероприятия по снижению вредных факторов
Машинное помещение	Шум	Сан.ПиН 2.5.2 703-98	85 дБА	Глушители шума на двигателях и в системе кондиционирования и вентиляции, экранирование постов управления, звукоизолирующие кожухи на источники шума
Машинное помещение	Вибрация	Сан.ПиН 2.5.2 703-98	102 дБ	Высокоэластичные пружинные виброизоляции, виброизолирующие сиденья, коврики-маты, рукавицы, наколенники

Рабочее место	Вредные и опасные факторы	Нормативный документ	Нормальные значения	Мероприятия по снижению вредных факторов
Шкалы приборов у двигателя			300 лк	Цветовое оформление
Шкалы приборов у ГРЩ			200 лк	
Ступеньки трапов			50 лк	
Машинное помещение.	Освещённость	Сан.ПиН 2.5.2 703-98		Искусственное освещение
Машинное помещение	Микроклимат	Сан.ПиН 2.5.2 703-98	В самое тёплое время навигации разность температур МКО и наружного воздуха не должна превышать 10°С. Скорость воздуха 1.0-1.5 м/с	Использование искусственной и естественной вентиляции
Машинное помещение	Электромагнитное поле	Сан.ПиН 2.5.2 703-98	До 10Вт/м при частоте 30-3000мГц	Экраны, кожуха, ширмы, устройства дистанционного управления

8. Технико-экономический расчет и технико-экономические показатели

Общие сведения

Важнейшим этапом экономического обоснования проекта СЭУ является выбор показателей, которые бы достаточно полно и всесторонне доказывали бы ее более высокую эффективность.

Поскольку эффективность проекта СЭУ оценивается при условии ее монтажа на заранее выбранном проекте судна, то определение экономической эффективности основывается на сопоставлении расчетных эксплуатационно-экономических результатов, достигаемых судном-прототипом с базовой СЭУ и новой проектируемой СЭУ.

При этом, должна быть обеспечена сопоставимость сравниваемых вариантов по следующим условиям:

району (линии) и периоду эксплуатации;

объему производимой продукции (работы);

качественным параметрам продукции (работы) судов;

принципам и методам расчета эксплуатационно-экономических показателей;

составу учитываемых затрат;

социальным факторам производства и использования продукции, включая влияние на окружающую среду.

Обеспечение сопоставимости сравниваемых вариантов по объему производимой продукции (работы) приводит к тому, что стоимостные результаты работы нового судна и эквивалентного ему числа судов-прототипов во всех случаях будут совпадать. Следовательно, экономическая эффективность будет определяться лишь разницей затрат на строительство и эксплуатацию судна-прототипа и нового судна.

При экономическом обосновании нового судна его эффективность обычно проверяется по целому ряду показателей. Такими показателями могут служить:

удельные капитальные вложения на единицу продукции (работы);

экономия капитальных вложений;

себестоимость перевозок (для наливных судов);

производительность труда экипажа и т.д.

Для определения численных значений выбранных показателей эффективности требуется провести целый ряд вспомогательных расчетов: выбор и обоснование судна-прототипа; выбор и расчет эксплуатационных показателей судов; расчет годового объема продукции (работы); определение расчетной цены СЭУ; расчет строительной стоимости судна-прототипа и нового судна; расчет эксплуатационных затрат на годовой объем продукции (работы) судна; расчет сопутствующих капитальных вложений потребителя; расчет показателей экономической эффективности.

Целью данного расчета является определение экономических показателей при эксплуатации буксира-толкача проекта 4282 с главными двигателями 6ЧРН30/38. Необходимо выявить экономический эффект от проведенных модернизационных мероприятий.

8.1 Расчет затрат на модернизацию судна

Затраты на модернизацию судна определяются по формуле:

$$М = К_м - К_{ост}$$

Где $К_м$ - цена модернизационных работ,

$К_{ост}$ - остаточная стоимость заменяемого оборудования.

Стоимость модернизационных мероприятий включает в себя затраты на приобретение нового оборудования, затраты на материалы, затраты на монтажные работы. Для расчета стоимости нового оборудования с учетом транспортно-заготовительных расходов для предприятий Департамента речного флота, а также для определения монтажных работ составлена таблица 10.1:

Таблица 8.1

Наименование	Кол.	Вес, кг		Стоимость, руб		Норма выработки кг/ч	Трудоемкость н.ч.
		За ед.	Общий	За ед.	Общий		
1	2	3	4	5	6	7	8
Новое оборудование							
Утиль котел для ДГ	1	445	445	35976	35976	3	148,33
Установка дизельного двигателя 6ЧРН 30/38	2	17000	34000	1700000	3400000	14	2428
Итого:	3				3435976	24	2576,33
Заменяемое оборудование с учетом срока службы							
6ЧРН 36/45	2	27400	54800	1480000	2960000	14	3914,3
Итого:	2				2960000	14	3914,3

Остаточная стоимость заменяемого оборудования (материалов) определяется по формуле:

$$К_{ост} = К_{в}(1 - \frac{Т_{ф}}{Т_{А}})$$

Где $К_{в}$ – первоначальная стоимость снимаемого оборудования;

$Т_{ф}$ – фактический срок службы рассматриваемого оборудования до момента проведения модернизации: 20лет;

$Т_{А}$ – срок полезного использования:

$$T_a = \frac{100}{d_в}$$

где $d_{в}$ – часть нормы амортизационных отчислений, предназначенная на восстановление первоначальной стоимости, $d_{в}$=2,3%;

$$T_a = \frac{100}{2,3} = 43,5$$

$$K_{ост} = 2960000 \cdot \left(1 - \frac{20}{43,5}\right) = 1599080,460 руб$$

1. Общая трудоёмкость монтажных и демонтажных работ:

$$Т = 2576,33 + 3914,3 = 6490,63 \text{ норма–ч.}$$

2. Стоимость нового оборудования с учётом транспортно – заготовительных расходов, для предприятий речного флота, составляет 12% от стоимости нового оборудования

$$3435976 \cdot 0,12 = 412317,12 \text{руб.}$$

3. Итого материальных затрат 3848293,12руб.

4. Основная заработная плата производственных рабочих определяется по формуле:

$$ЗП_0 = Т \cdot С \cdot К_д \cdot К_{рк}$$

где Т – общая трудоёмкость модернизационных мероприятий;

С – среднечасовая тарифная ставка рабочих, С=70 руб/ч;

$К_д$ – коэффициент, учитывающий прочие доплаты, включаемые в основную заработную плату, $К_д$=1,11;

$К_{рк}$ – коэффициент, учитывающий доплаты по районным коэффициентам и за работу в районах Крайнего Севера, $К_{рк}$=1.

$$ЗП_0 = 6490,63 \cdot 70 \cdot 1,11 \cdot 1 = 504\,321,951 \text{ руб.}$$

5. Дополнительную заработную плату производственных рабочих определяем по формуле:

$$ЗП_{доп} = ЗП_0 \cdot \frac{К_{доп}}{100}$$

где $К_{доп}$ – норматив дополнительной заработной платы производственных рабочих, $К_{доп}$=9%.

$$ЗП_{доп} = 504321,951 \cdot \frac{9}{100} = 45388,976\, руб$$

6. Отчисления на социальное страхование рассчитываем в размере 30% от фонда заработной платы производственных рабочих.

$$(504321,951 + 45388,97559) \cdot 0,30 = 164\,913,278 \text{ руб.}$$

7. Расходы на подготовку и освоение производства в размере 5% от основной заработной платы производственных рабочих:

$$(504321,951 + 45388,97559) \cdot 0,05 = 27\,485,546 \text{ руб.}$$

8. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования рассчитываем в размере 200 % от заработной платы производственных рабочих без доплат по прогрессивно – премиальным системам

$$(504321,951 + 45388,975591)\cdot 2 = 1\ 099\ 421,853 \text{ руб.}$$

9. Общецеховые расходы рассчитываем в размере 55% от основной заработной платы производственных рабочих.

$$(504321,951 + 45388,975591)\cdot 0,55=302\ 341,01 \text{ руб.}$$

10. Общезаводские расходы рассчитываем в размере 80% от основной заработной платы производственных рабочих.

$$(504321,951 + 45388,975591)\cdot 0,8=439\ 768,74 \text{ руб.}$$

11. Итого по статьям ∑(ст. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) = 6431934,474 руб.

12. Прочие производственные расходы рассчитываем в размере 2% от суммы предыдущих статей

$$6431934,474\cdot 0,02= 128638,690 \text{ руб.}$$

13. Производственная себестоимость составит ∑(ст. 11, 12)

$$6431934,474+ 128638,690 =6560573,164 \text{ руб.}$$

14. Прибыль принимаем в размере 20% от производственной себестоимости

$$П=6560573,164\cdot 0,2=1312114,633 \text{ руб.}$$

15. Всего стоимость модернизационных работ составит:

$$К_м=6560573,164+ 1312114,633= 7872687,797 \text{ руб.}$$

Балансовую стоимость судна проекта 4282, 1979 года постройки принимаем – 180 000 000 рублей.

Затраты на модернизацию судна:

$$М=К_м - К_{ост}=7872687,797 – 1599080,460 = 6273607,337 \text{ руб.}$$

Стоимость судна после модернизационных мероприятий:

$$К_{см}=К_с+М=180000000 + 6273607,337=186273607,337 \text{ руб.}$$

Таблица 8.2. Сводная калькуляция стоимости модернизационных работ

№	Наименование статей	Сумма, руб.
1.	Стоимость нового оборудования	3435976
2.	Стоимость нового оборудования с учётом транспортно – заготовительных расходов	412317,12
3.	Итого материальных затрат	3848293,12
4.	Основная заработная плата производственных рабочих	504321,951
5.	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	45388,976
6.	Отчисления на социальные нужды (единый социальный налог)	164913,278
7.	Расходы на подготовку и освоение производства	27485,546
8.	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	1099421,853
9.	Общецеховые расходы	302341,01
10.	Общезаводские расходы	439768,74
11.	Итого по статьям 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	6431934,474
12.	Прочие производственные расходы	128638,690
13.	Итого производственная себестоимость ∑(ст. 11+ст. 12)	6560573,164
14.	Прибыль	1312114,633
15.	Всего стоимость модернизационных мероприятий	6273607,337

8.2 Расчет производственных показателей

Расчет провозной способности судна производится по выражению:

$$A_г = \sigma_{пр} l_{г,пр} + \sigma_{обр} l_{г,обр}$$

где: $A_г$ - грузооборот, т•км

$\sigma_{пр}$ - количество перевезенных грузов за навигацию, т

где: $\varepsilon_{г.пр}$ - коэффициент использования грузоподъемности судна в прямом направление, $\varepsilon_{г.пр} = 1$

Q - грузоподъемность судна, $Q = 18000$ т

$n_{кр}$ - количество круговых рейсов за навигацию.

$$n_{кр} = \frac{t_{рп}}{t_{кр}}$$

где: $t_{рп}$ - продолжительность рабочего периода для грузового флота, сут;

$t_{кр}$ – время кругового рейса, сут

$$t_{рп} = K_{рп} \cdot t_э$$

где: $K_{рп}$ – коэффициент рабочего периода, $K_{рп}=0,95;$

$t_э$ - эксплуатационный период, сут., $t_э = 190$ сут;

$$t_{рп} = 0,95 \bullet 190 = 180,5 \text{ сут}$$

Время кругового рейса определяется по выражению:

$$t_{кр} = t_х + t_{ст} + t_м$$

где: $t_х$ – ходовое время, сут;

$t_{ст}$ – стояночное время, сут ;

$t_м$ – время на маневровые операции, сут;

Ходовое время определяется по выражению:

$$t_x = \sum \frac{l}{\vartheta \pm \omega},$$

где: l - протяженность пути, l=750 км;

ϑ - скорость движения судна, ϑ^1=10 км/ч, ϑ^2=13,6 км/ч;

ω - потери и приращения скорости течения воды на различных участках линии, на водохранилищах ω=±0,5 км/ч, на свободных участках рек ω=±2,5

t_{x1} - ходовое время до модернизации

t_{x2} - ходовое время после модернизации

$$t_{x1} = \frac{750}{10+2,5} + \frac{750}{10-2,5} = 160ч = 6,6сут$$

Время на маневрирование = 1,32 суток

$$t_{x2} = \frac{750}{12,5+2,5} + \frac{750}{12,5-2,5} = 125ч = 5,21сут$$

Время на маневрирование = 1,04 суток

Стояночное время определяется по выражению:

$$t_{ст} = t_{пгр} + t_{вгр} + t_{проч}$$

где: $t_{пгр}$, $t_{вгр}$ - время на погрузку и выгрузку, $t_{пгр}$ = 60 ч. $t_{вгр}$ = 112,5 ч.

$t_{проч}$ - время на прочие операции, принимается в размере 30% от времени на погрузку и выгрузку, $t_{проч}$ = 51,75 ч.

$$t_{ст} = 60 + 112{,}5 + 51{,}75 = 224{,}25ч = 9{,}3сут$$

Время на маневровые операции принимаем 20% от ходового времени:

$$t_{м1} = 6{,}6 \bullet 0{,}2 = 1{,}32сут \qquad t_{м2} = 5{,}21 \bullet 0{,}2 = 1{,}04сут$$

Время кругового рейса:

1. До модернизации

$$t^1_{кр} = 6{,}6 + 9{,}3 + 1{,}32 = 17{,}22сут$$

2. После модернизации

$$t^2_{кр} = 5{,}2 + 9{,}3 + 1{,}04 = 15{,}54сут$$

Число круговых рейсов за навигацию:

1. До модернизации

$$n^1_{кр} = \frac{180{,}5}{17{,}22} = 10{,}5$$

2. После модернизации

$$n^1_{кр} = \frac{180{,}5}{15{,}54} = 11{,}6$$

Количество перевезенных грузов за навигацию:

1. До модернизации

$$\sigma_{пр} = 1 \bullet 18000 \bullet 10{,}5 = 189000 \qquad \sigma_{обр} = 1 \bullet 18000 \bullet 10{,}5 = 189000$$

2. После модернизации

$$\sigma_{пр} = 1 \bullet 18000 \bullet 11{,}6 = 208800 \qquad \sigma_{обр} = 1 \bullet 18000 \bullet 11{,}6 = 208800$$

Расчет провозной способности судна (состава):

1. До модернизации

$$A^1_г = 189000 \bullet 750 + 189000 \bullet 750 = 283500000\ т \bullet км$$

2. После модернизации

$$A_г^1 = 208800 \bullet 750 + 208800 \bullet 750 = 313200000\ т \bullet км$$

8.3 Расчёт эксплуатационных расходов

Расчёт эксплуатационных расходов по судну производим по статьям затрат:

1) Заработная плата

2) Отчисления на социальное страхование

3) Расходы на рацион бесплатного питания

4) Расходы на амортизацию

5) Расходы на текущий ремонт

6) Расходы на топливо и смазочные материалы

7) Расходы на материалы и износ инвентаря

8) Прочие прямые расходы

1. Заработная плата за навигационный период:

$$Э_{ОТ} = k_Р \cdot M \cdot \left[\frac{t_Э}{30,5} \cdot \left(1 + k_{ДЭ}\right) + \frac{t_{ВР}}{30,5} + \frac{\left(1 + k_{ДЗО}\right) \cdot n_{ЗО} \cdot t_{ЗО}}{30,5 \cdot n} \right]$$

где: $k_Р$ – районный коэффициент регулирования оплаты труда, $k_Р$ =1;

М- месячный фонд зарплаты судовой команды по должностным окладам,

30,5 – среднее число дней в месяце;

$t_Э$ – эксплуатационный период, $t_Э$ = 190 сут;

$k_{ДЭ}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату, премии и надбавки к должностным окладам в период их эксплуатации; $k_{ДЭ}$=0.5

$t_{ВР}$ – продолжительность периода вооружения и разоружения судна, $t_{ВР}$ = 14 сут.

n – количество членов экипажа судна, $n = 14$ чел.

$n_{ЗО}$ – штатный измеритель по зимнему отстою, $n_{ЗО} = 2{,}8$ чел.

$k_{ДЗО}$ - коэффициент, учитывающий доплаты и дополнительную зарплату, в период зимнего отстоя; $k_{ДЗО} = 0.1$

$t_{ЗО}$ – продолжительность зимнего отстоя судна

$$t_{ЗО} = 365 - (t_Э + t_{ВР}) \quad t_{ЗО} = 365 - (190 + 14) = 161 сут.$$

Расчёт месячного фонда заработной платы по должностным окладам по судну

Таблица 8.3

№ п/п	Должность	Кол–во человек	Должностной оклад, руб.	Сумма должностных окладов, руб.
1.	Капитан-механик.	1	35000	35000
2.	I штурман- I пом./механика.	1	26000	26000
3.	II штурман- II пом./механика.	1	22000	22000
4.	III штурман- III пом./механика.	1	20000	20000
5.	Пом. Механика по электрооборудованию.	1	22000	22000
6.	Старший моторист – рулевой (боцман)	1	18000	18000
7.	Моторист – рулевой.	6	16000	96000
8.	Матрос II класса.	1	15000	15000
8.	Повар II класса.	1	17000	17000
	Итого	**14**	**191000**	**271000**

1. $$Э_{ОТ} = 1 \cdot 271000 \cdot \left[\frac{190}{30{,}5} \cdot (1 + 0{,}5) + \frac{14}{30{,}5} + \frac{(1 + 0{,}1) \cdot 2{,}8 \cdot 161}{30{,}5 \cdot 14} \right] = 2971{,}67 тыс.руб$$

2. Отчисления на социальные нужды исчисляются в размере 30% от всего фонда заработной платы, и определяется по формуле

$$Э_{р.соц.} = \frac{a_{соц.}}{100} \cdot Э_{р.зп.}$$

где $a_{соц.}$ – процент отчислений на социальное страхование

$$Э_{р.соц.} = \frac{30}{100} \cdot 2971{,}67 = 891{,}5 тыс.руб$$

3. Расходы на рацион бесплатного питания определяются, исходя из установленных нормативов стоимости рациона на одного человека в месяц, численности экипажа и продолжительности навигационного периода

$$Э_{р.бп.} = a_{бп} \cdot n \cdot t_э$$

где $a_{бп}$ – норматив стоимости бесплатного питания на одного человека в сутки, $a_{бп}$=230 руб.

$$Э_{р.бп.} = 230 \cdot 14 \cdot 190 = 611{,}8 тыс.руб$$

4. Расходы на амортизацию определяем по формуле

$$Э_{р.ам.} = \frac{a_{ам.}}{100} \cdot K_c$$

где $a_{ам.}$ – норма амортизационных отчислений, $a_{ам.}$=4,2%;

K_c – балансовая стоимость судна

I. $Э^{до.м}_{р.ам.} = \frac{4{,}2}{100} \cdot 180000 = 7560$ тыс.руб.

II. $Э^{п.м}_{р.ам.} = \frac{4{,}2}{100} \cdot 186273{,}607 = 7823{,}492$ тыс.$руб$

5. Отчисления в ремонтный фонд включает в себя расходы на текущий ремонт, средний и капитальный, принимаем в размере 3,9% от балансовой стоимости судна

I. $Э_{р.ср.кап.} = \frac{3{,}9}{100} \cdot 180000 = 7020$ $тыс.руб$

II. $Э_{р.ср.кап.} = \frac{3{,}9}{100} \cdot 186273{,}607 = 7264{,}671$ $тыс.руб$

6. Расходы на топливо и смазочные материалы рассчитываем отдельно по главным двигателям, вспомогательным механизмам и автономному котлоагрегату. Расходы на топливо главными двигателями

$$Э_{р.т.}=24\cdot10^{-6}\cdot N\cdot Ц^{Т}\cdot k\cdot(b_{х}^{Т}\cdot T_{х}+b_{м}^{Т}\cdot T_{м})$$

где k=1.02 коэффициент, связанный с вводом и выводом из эксплуатации;

N_e – регистровая мощность;

$Ц^{Т}$ – цена топлива за одну тонну;

$b_{м}^{Т}$ и $b_{х}^{Т}$ – нормы расхода топлива на главные двигатели на манёврах и в ходу;

$T_х$ и $T_м$ – время хода и маневров за навигационный период.

1. **Расходы на топливо (до модернизации)**

Главные двигатели:

N_e = 1470кВт.

$Ц_{диз}^{Т}$=28000руб;

$b_{х}^{Т}=218\ г/(кВт\cdot ч)$; $b_{м}^{Т}=218\cdot0,6=130,8\ г/(кВт\cdot ч)$;

$$Э_{р.т.}= 24\cdot10^{-6}\cdot1470\cdot28000\cdot1,02\cdot(218\cdot69,3+130,8\cdot13,86)= 17048,828 \text{ тыс.руб.}$$

Расходы на топливо дизель – генераторами:

$$Э_{р.т.}= 24\cdot10^{-6}\cdot k\cdot N\cdot Ц^{Т}\cdot b_{х}^{Т}\cdot T_{эксп.}$$

где N – мощность дизель – генератора;

$Ц^{Т}$ – цена топлива за одну тонну;

$b_{х}^{Т}$ – нормы расхода топлива при работе;

$T_{эксп.}$ – время эксплуатации судна.

N= 165 кВт;

$Ц_{диз}^{Т}$ = 28000 руб.

$b_{х}^{Т} = 119\ г/(кВт\cdot ч)$

$$Э_{р.т.}= 24\cdot10^{-6}\cdot165\cdot28000\cdot1,02\cdot238,65\cdot190= 2557,137 \text{ тыс.руб}$$

Расходы на топливо автономным котлоагрегатом:

$$Э_{р.т.}=Q\cdot Ц^{Т}$$

где Q – количество топлива, израсходованного котлоагрегатом за эксплуатационный период,

Q=45 тонн.

$$Э_{р.т.}=28000\cdot 45 = 1260 \text{ тыс.руб.}$$

Сумма: 17048,828 +2557,137+1260=20865,965 тыс.руб.

2. Расходы на топливо (после модернизации)

Главные двигатели:

N_e = 2000кВт.

$Ц_{дт}^{Т}$ = 28000руб;

$Ц_{мт}^{Т}$ = 24000руб;

$b_x^{Т} = 200\ г/(кВт\cdot ч)$; $b_м^{Т}=200\cdot 0,6=120\ г/(кВт\cdot ч)$;

$$Э_{р.т.}= 24\cdot 10^{-6}\cdot 2000\cdot 28000\cdot 1,02\cdot (120\cdot 12,064)= 1984,596 \text{ тыс.руб.}$$

$$Э_{р.т.}= 24\cdot 10^{-6}\cdot 2000\cdot 24000\cdot 1,02\cdot (200\cdot 60,32)= 14175,683 \text{ тыс.руб.}$$

$$Э_{р.т.}= 1984,596+14175,683=16160,279 \text{ тыс.руб.}$$

Расходы на топливо дизель–генераторами не изменились = 2557,137 тыс.руб

Расходы на топливо автономным котлоагрегатом:

$$Э_{р.т.}=Q\cdot Ц^{Т}$$

где Q – количество топлива, израсходованного котлоагрегатом за эксплуатационный период,

Q=10 тонн. Установленный утилизационный котлоагрегат частично обеспечивает судно тепловым потоком во время навигации. Автономный котлоагрегат будет работать при вооружении и на зачистке судна. Дополнительно автономный котлоагрегат переводим на моторное топливо, которое дешевле дизельного.

$$Э_{р.т.}=24000\cdot 10= 240 \text{ тыс.руб.}$$

Сумма 16160,279 +2557,137+240 =18957,416 тыс.руб.

Расходы на масло главными двигателями

$$Э_{р.см.}= 24\cdot10^{-6}\cdot N\cdot Ц^{см}\cdot k_m\cdot k\cdot(b_x^{см}\cdot T_x+b_м^{см}\cdot T_м)$$

где $Ц^{см}$ – цена масла за одну тонну, $Ц^{см}$=45,000 тыс.руб;

$b_м^{см}$ и $b_x^{см}$ – нормы расхода масла на главные двигатели на манёврах и в ходу;

k_m=1,05 – коэффициент, учитывающий дополнительные расходы на другие материалы на судне

1. **Расходы на масло (до модернизации)**

Главные двигатели:

$b_x^{см}=2,0\ г/(кВт\cdot ч)$; $b_м^{см}=2,0\cdot0,6=1,2\ г/(кВт\cdot ч)$

$$Э_{р.см.}= 24\cdot10^{-6}\cdot1470\cdot45000\cdot1,05\cdot1,02\cdot(2,0\cdot69,3+1,2\cdot13,86)= 263,944 \text{ тыс.руб.}$$

Расходы на масло дизель – генераторы

$$Э_{р.см.}= 24\cdot10^{-6}\cdot k_m\cdot k\cdot N\cdot Ц^{см}\cdot b_x^{см}\cdot T_{экс}$$

где $b_x^{см}$ – норма расхода масла при работе $b_x^{см}=2,85\ г/(кВт\cdot ч)$

$$Э_{р.см.}= 24\cdot10^{-6}\cdot165\cdot45000\cdot2,85\cdot190\cdot1,05\cdot1,02=103,35 \text{ тыс.руб.}$$

2. **Расходы на масло (после модернизации)**

Главные двигатели: $b_x^{см}=1,1\ г/(кВт\cdot ч)$; $b_м^{см}=1,1\cdot0,6=0,66\ г/(кВт\cdot ч)$

$$Э_{р.см.}= 24\cdot10^{-6}\cdot2000\cdot45000\cdot1,05\cdot1,02\cdot(1,1\cdot60,32+0,66\cdot12,064) = 171,916 \text{ тыс.руб.}$$

Расходы на масло дизель – генераторами не изменились = 103,35 тыс.руб.

Общие расходы на топливо и масло

I. $Э_р$=20865,965+263,944 +103,35 =21233,259 тыс.руб.

II. $Э_р$=18957,416+171,916+103,35=19232,682 тыс.руб.

7. Расходы на материалы и износ малоценного и быстроизнашивающегося инвентаря

$$Э_{сн} = \frac{\psi_{.}}{100} \cdot K_c$$

где ψ=0,2% – процент, учитывающий отчисления от строительной стоимости судна.

$$\textbf{I.} \quad Э_{сн.} = \frac{0,2}{100} \cdot 180000 = 360 тыс.\ руб$$

$$\textbf{II.} \quad Э_{сн} = \frac{0,2}{100} \cdot 186273,607 = 372,547 тыс\ .руб$$

8. Платежи за комплексное и хозяйственное обслуживание судов и услуг сторонних организаций принимается от суммы статей 1-7 в размере 1%.

$$Э_{КХО1} = (2971,67+891,5+611,8+7560+7020+21233,259+360) \cdot 0,01=$$

$$40648,229 \cdot 0,01=406,482 \text{ тыс.руб.}$$

$$Э_{КХО2} = (2971,67+891,5+611,8+7823,492+7264,671+19232,682+337,547) \cdot 0,01=$$

$$39133,362 \cdot 0,01=391,334 \text{ тыс.руб.}$$

9. Прочие прямые расходы по судну принимается от суммы статей 1-8 в размере 1%.

I. $Э_{ПРОЧ1} = 410,547 тыс.руб$

II. $Э_{ПРОЧ2} = 395,247 тыс.руб$

I. $\sum Э_{р1-8}$=(40648,229+406,482) * 0,01 = 410,547 тыс.руб.

II. $\sum Э_{р1-8}$=(39133,362+391,334) * 0,01 = 395,247 тыс.руб.

10. Общие расходы, сумма статей 1-9

I. ∑=40648,229+406,482+410,547=41465,258 тыс.руб.

II. ∑=39133,362+391,334+395,247 =39919,943 тыс.руб.

Результаты расчётов всех эксплуатационных расходов сводим в таблицу 8.4

Таблица 8.4. Сводная таблица годовых эксплуатационных расходов

№	Статьи расходов	Расходы, тыс.руб.		Процентное соотношение II/I
		I вариант (базовое судно)	II вариант (модернизируемое судно)	
1.	Фонд заработной платы	2971,67	2971,67	100,0
2.	Отчисления на социальные нужды	891,5	891,5	100,0
3.	Рацион бесплатного питания	611,8	611,8	100,0
4.	Расходы на амортизацию	7560,0	7823,492	103,5
5.	Расходы на единый ремонтный фонд	7020	7264,671	103,5
6.	Расходы на топливо и смазочные материалы	21233,259	19232,682	90,5
7.	Расходы на материалы и износ малоценного инвентаря	360,0	372,547	103,5
8.	Платежи за комплексное и хозяйственное обслуживание судов.	406,482	391,334	96,3
9.	Прочие прямые расходы.	410,547	395,247	96,3
10.	Всего расходов по судну	**41465,258**	**39919,943**	**96,3**

8.4 Расчёт экономических показателей судна.

Расчёт экономических показателей ведём для двух вариантов судов: Проектируемого судна и судна – прототипа.

Себестоимость содержания судна:

$$C = \frac{Э_{ПР}}{t_Э}$$

$$C_1 = \frac{41465,258}{190} = 218,238 тыс.руб / судосут$$

$$C_2 = \frac{39919,943}{190} = 210,105 тыс.руб / судосут$$

Себестоимость перевозок грузов определяем по формуле:

$$S_n = \frac{Э_p}{A}$$

где $Э_р$ – эксплуатационные расходы по судну;

А – провозная способность судна;

I. $S_n = \frac{41465,258}{283500,000} = 0,146 \, руб / т \cdot км$

II. $S_n = \frac{39919,943}{313200,000} = 0,128 \, руб / т \cdot км$

Затраты на рубль доходов определяем по формуле:

$$З = \frac{Э_p}{D}$$

где D – доходы за навигацию;

$$D = A \cdot d$$

$d = 1,35 \cdot S_1 = 0,293$ – средняя доходная ставка, руб. /ткм

Доходы: $D = 283500 \cdot 0,197 = 55849,5$ тыс. *руб*.

Затраты:

$$\textbf{I.}\quad З = \frac{41465{,}258}{55849{,}5} = 0{,}742\ руб/руб$$

$$\textbf{II.}\quad З = \frac{39919{,}943}{55849{,}5} = 0{,}714\ руб/руб$$

Производительность труда экипажа судна характеризуется объемом выполненной работы, приходящимся на одного работника за эксплуатационный период, определяем в стоимостном выражении.

$$P_{тр} = \frac{D}{n}$$

где n – количественный состав команды, n=14 чел.

$$P_{тр} = \frac{55849{,}5}{14} = 3989{,}25\ тыс.руб/чел$$

Фондоотдача на один рубль капиталовложений:

$$f_{от.} = \frac{D}{K_c}$$

$$\textbf{I.}\quad f_{от.} = \frac{55849{,}5}{180000} = 0{,}310\ руб/руб$$

$$\textbf{II.}\quad f_{от.} = \frac{55849{,}5}{186273{,}607} = 0{,}3\ руб/руб$$

Фондоемкость:

$$Ф_{ём} = \frac{K_C}{A}$$

$$\textbf{I.}\quad f_{ём} = \frac{180000}{283500} = 0{,}634\ руб/руб$$

$$\textbf{II.}\quad f_{ём} = \frac{186273{,}607}{313200} = 0{,}595\ руб/руб$$

Показатель приведённых затрат на строительство и эксплуатацию судна определяем по формуле:

$$З_с = S_п + E_п \cdot K_{уд.}$$

где $Е_п$ – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений, принимаемый в расчётах по экономической эффективности судов, $Е_п$=0,25.

$К_{уд}= f_{ём}$

I. $З_с$=0,146+0,25·0,634=0,305 $руб/руб$

II. $З_с$ =0,128+0,25·0,595=0,277 $руб/руб$

Годовой экономический эффект от приведённых затрат:

$$Э_г=(Зс^{I} – З_с^{II})·А$$

$$Э_г=(0,305 – 0,277) ·313200=8769,6 \text{ тыс.руб.}$$

Прибыль от перевозок грузов определяем по формуле:

$$П=D–Э_р$$

I. $П_1$=55849,5 – 41465,258=14384,242 тыс.руб.

II. $П_2$=55849,5 – 39919,943=15929,557 тыс.руб.

Уровень рентабельности текущих затрат:

$$У_р = \frac{П}{Э_р} \cdot 100\%$$

I. $$У_р = \frac{14384,242}{41465,258} \cdot 100\% = 34,69\%$$

II. $$У_р = \frac{15929,557}{39919,943} \cdot 100\% = 39,9\%$$

Уровень рентабельности основных фондов рассчитываем по формуле:

$$У_{р.ф} = \frac{П}{К_с} \cdot 100\%$$

I. $$У_{р.ф} = \frac{14384,242}{180000} \cdot 100\% = 7,99\%$$

II. $$У_{р.ф} = \frac{15929,557}{186273,607} \cdot 100\% = 8,55\%$$

Чистая прибыль:

$$П_Ч = П_П - Н_И - Н_П - Н_М$$

где: $Н_И$ – налог на имущество, тыс. р.;

$Н_П$ – налог на прибыль, тыс. р.;

$Н_М$ – местные налоги, тыс. р.;

$$Н_И = \frac{1{,}8 \cdot К}{100}$$

$$Н_{И1} = \frac{1{,}8 \cdot 180000}{100} = 3240 тыс.руб.$$

$$Н_{И2} = \frac{1{,}8 \cdot 186273{,}607}{100} = 3352{,}925 тыс.руб.$$

$$Н_П = 0{,}24 \cdot (П - Н_И)$$

$$Н_{П1} = 0{,}24 \cdot (14384{,}242 - 3240) = 2674{,}618 тыс.руб$$

$$Н_{П2} = 0{,}24 \cdot (15929{,}557 - 3352{,}925) = 3018{,}392 тыс.руб$$

$$Н_М = 0{,}03 \cdot (П_П - Н_И - Н_П)$$

$$Н_{М1} = 0{,}03 \cdot (14384{,}242 - 3240 - 2674{,}618) = 254{,}089 тыс.руб.$$

$$Н_{М2} = 0{,}03 \cdot (15929{,}557 - 3352{,}925 - 3018{,}392) = 286{,}747 тыс.руб.$$

$$П_{Ч1} = 14384{,}242 - 3240 - 2674{,}618 - 254{,}089 = 8215{,}535 \ тыс, руб$$

$$П_{Ч2} = 15929{,}557 - 3352{,}925 - 3018{,}392 - 286{,}747 = 9271{,}493 тыс.ру$$

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений

$$T_0 = \frac{К_c^{пр} - К_c^{эт}}{П_{ч2} - П_{ч1}}$$

$$T_0 = \frac{186273{,}607 - 180000}{9271{,}793 - 8215{,}535} = 6{,}15 года$$

Полученные результаты заносим в таблицу технико – экономических показателей, таблица 8.5

Таблица 8.5. Технико – экономические показатели теплохода проекта 4282

№	Показатели	Ед. измерения	Величина		Соотношение II/I, %
			I вариант, до модернизации	II вариант, после модернизации	
1.	Мощность	кВт	1470	2000	136,05
2.	Провозная способность	тыс. т. км	283500	313200	100
3.	Балансовая стоимость	тыс. руб.	180000	186273,607	
4.	Эксплуатационные расходы.	тыс. руб.	41465,258	39919,943	96,3
	В том числе на топливо и смазочные материалы	тыс. руб.	21233,259	19232,682	90,6
5.	Себестоимость перевозок	руб./т.км	0,146	0,128	87,7
6.	Производительность труда	тыс. руб./чел.	3989,25	3989,25	100,0
7.	Фондоотдача на 1 руб. капиталовложений	руб./руб.	0,31	0,3	96,8
8.	Годовой экономический эффект	тыс.руб.	8769,6		
9.	Прибыль от перевозок грузов.	тыс. руб.	14384,242	15929,557	110,7
10.	Уровень рентабельности текущих затрат	%	34,69	39,9	–
11.	Уровень рентабельности основных фондов	%	7,99	8,55	–
12.	Срок окупаемости капиталовложений	лет	6,15		

8.5 Анализ технико-экономических показателей

Анализ технико – экономических показателей позволяет сделать вывод о целесообразности выполненной модернизации на теплоходе ОТ-2107 проекта 428.2.

Из сравнения технико – экономических показателей судна до и после модернизации видно, что увеличилась мощность теплохода, увеличилась провозная способность всего состава, вследствии этого повысились доходы. В результате модернизации увеличилась строительная стоимость судна. Уменьшились эксплуатационные расходы, в том числе расходы на горюче - смазочные материалы.

Срок окупаемости капиталовложений на модернизацию выразился в 6,15 лет. В результате модернизации повысился уровень рентабельности, прибыль от перевозок грузов возросла на 10,7%.

На основании анализа технико – экономических показателей, делаем вывод, что проведённые модернизационные мероприятия являются эффективными и целесообразными.

9 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем дипломным проекте, выполненном на тему «Модернизации энергетической установки буксира – толкача «ОТ-2107», с целью повышения технико – экономических показателей, выполнены следующие модернизационные мероприятия.

Главные двигатели Г70-5 (6ЧРН 36/45) заменены на новые двигатели Д42 (6ЧРН 30/38).

При модернизации котельной установки мною разработана система теплоснабжения судна, в которой предлагается установка утилизационного котлоагрегата на вспомогательный дизель-генератор.

В проекте предложен расчёт и конструкция утилизационного котлоагрегата. Установка утилизационного котлоагрегата на дизель – генератор позволит уменьшить частоту включений автономного котлоагрегата во время стоянки судна и обеспечит экономию топливных расходов.

Также в проекте разработан технологический процесс изготовления и сборки трубной решетки утилизационного водогрейного котла.

В проекте рассмотрены мероприятия по обеспечению безопасности труда обслуживающего персонала.

Эффективность всех модернизационных мероприятий, выполненных в данном дипломном проекте, в результате которых повысилась безопасность, комфорт, автоматизация судна, также увеличилась производительность труда.

В результате оценки технико–экономических показателей можно сделать вывод, что предлагаемый проект модернизации судовой энергетической установки является экономически выгодным и целесообразным для речного флота в условиях рыночной экономики.

_____ **/Д.А. Лузин/**

Библиографический список

1. Правила классификации и постройки судов внутреннего плавания (ПСВП). Российский Речной Регистр, М., 2015.
2. РД 5Р.4257-88 «Система газоотвода судовых дизельных энергетических установок. Правила проектирования».
3. РД 5.9037-88 «Теплоизоляция систем судовых энергетических установок и судовых систем. Общие требования и нормы проектирования»
4. ООП 5.9275-84 «Материалы теплоизоляционные для судостроения. Марки»
5. ГОСТ 1284.1-89 «Ремни приводные клиновые нормальных сечений. Основные размеры и методы контроля»
6. ГОСТ 1284.2-89 «Ремни приводные клиновые нормальных сечений. Технические условия»
7. ГОСТ 1284.3-96 «Ремни приводные клиновые нормальных сечений. Передаваемые мощности»
8. «Справочник конструктора машиностроителя» Том 2 В.И. Анурьев
9. Хряпченков А. С. Судовые вспомогательные и утилизационные парогенераторы. – Л.: Судостроение, 1979. – 280 с
10. Долматовский Г. А. Справочник технолога по обработке металлов резанием. – М.: Машиностроение, 1962. – 1236 с.
11. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Высш. школа, 1972. – 361 с.
12. Толченов Т. В. Техническое нормирование станочных и слесарно – сборочных работ. – 3е изд. доп. – М.: Машиностроение, 1956. – 430 с.
13. Барац В. Н. Охрана труда на судах и судоремонтных предприятияхречного транспорта. – М.: Транспорт, 1978. – 381 с.
14. Санитарные правила для судов внутреннего плавания СССР. – М.: Транспорт, 1979. – 96 с.Марков В. С. Автоматизированные вспомогательные котлы современных теплоходов. – М.: Транспорт, 1967. – 156 с.
15. Хряпченков А. С. Судовые вспомогательные и утилизационные парогенераторы. – Л.: Судостроение, 1979. – 280 с.

Справочник по серийным транспортным судам. Т.1. ЦБНТИ МРФ. – М.: Транспорт, 1974. – 247 с.

16. Новиков А. В. Экономика отрасли: методические указания по техноко – экономическому обоснованию дипломного проекта для студентов технических специальностей/ А. В. Новиков, Н. В. Пузанова, Е. С. Лыкова. – Н. Новгород: Изд–во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. – 51 с.

17. Лебедев Ю. А. Расчёт производственно – экономических показателей по флоту. Методика дипломного и курсового проектирования. – Горький.: ГИИВТ, 1970. – 19 с.

18. Расчёт стоимости постройки судов. Методика дипломного и курсового проектирования. – Горький.: ГИИВТ, 1978. – 28 с.

19. Расчёт стоимости постройки судов. Приложение к методике дипломного и курсового проектирования. – Горький.: ГИИВТ, 1978. – 29 с.

Нормативные материалы к расчёту расходов по содержанию флота. – Горький.: ГИИВТ, 1986. – 58 с.

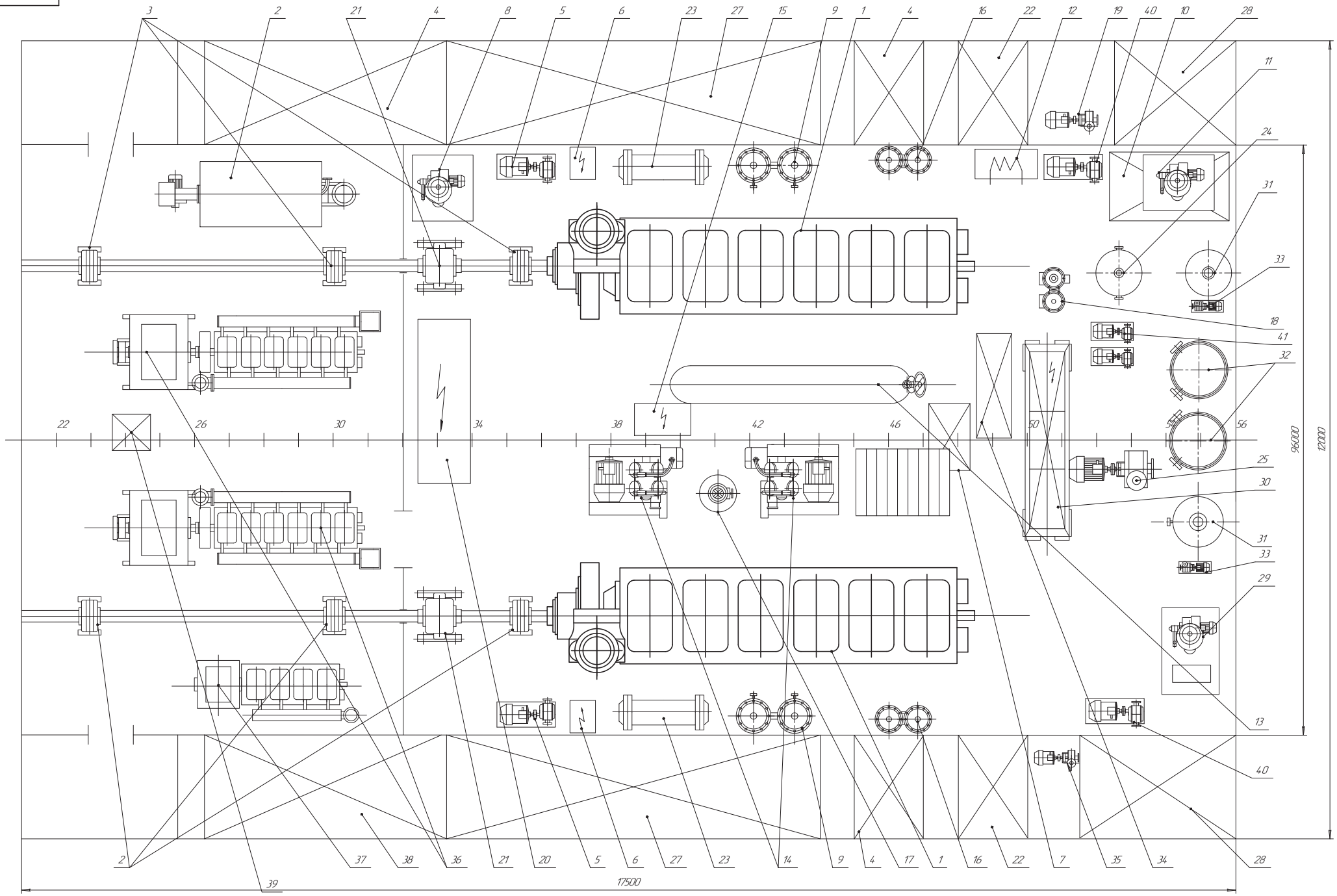
21. Борисов, Н.Н. Основные требования к дипломным проектам и их оформлению: Методические указания к дипломным проектам и их оформлению, для студентов очного и заочного обучения специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок» (180405, 26.05.06)/ В.В. Колыванов, М.Ю. Храмов, М.Х. Садеков. – Н. Новгород : Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2014. – 74 с.

22. ОСТ5Р.5613–2001 Обозначения условные графические на чертежах общего расположения судов.

Приложение А

Приложение Б

ПФВ-04.221124.02



					ПФВ-04.221.124.02			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Расположение механизмов и оборудования в машинном помещении	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Лузин						1:40
Пров.		Кольбенов				Лист	Листов	
Т.контр.								
Н.контр.						ВГУВТ		
Утв.								

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

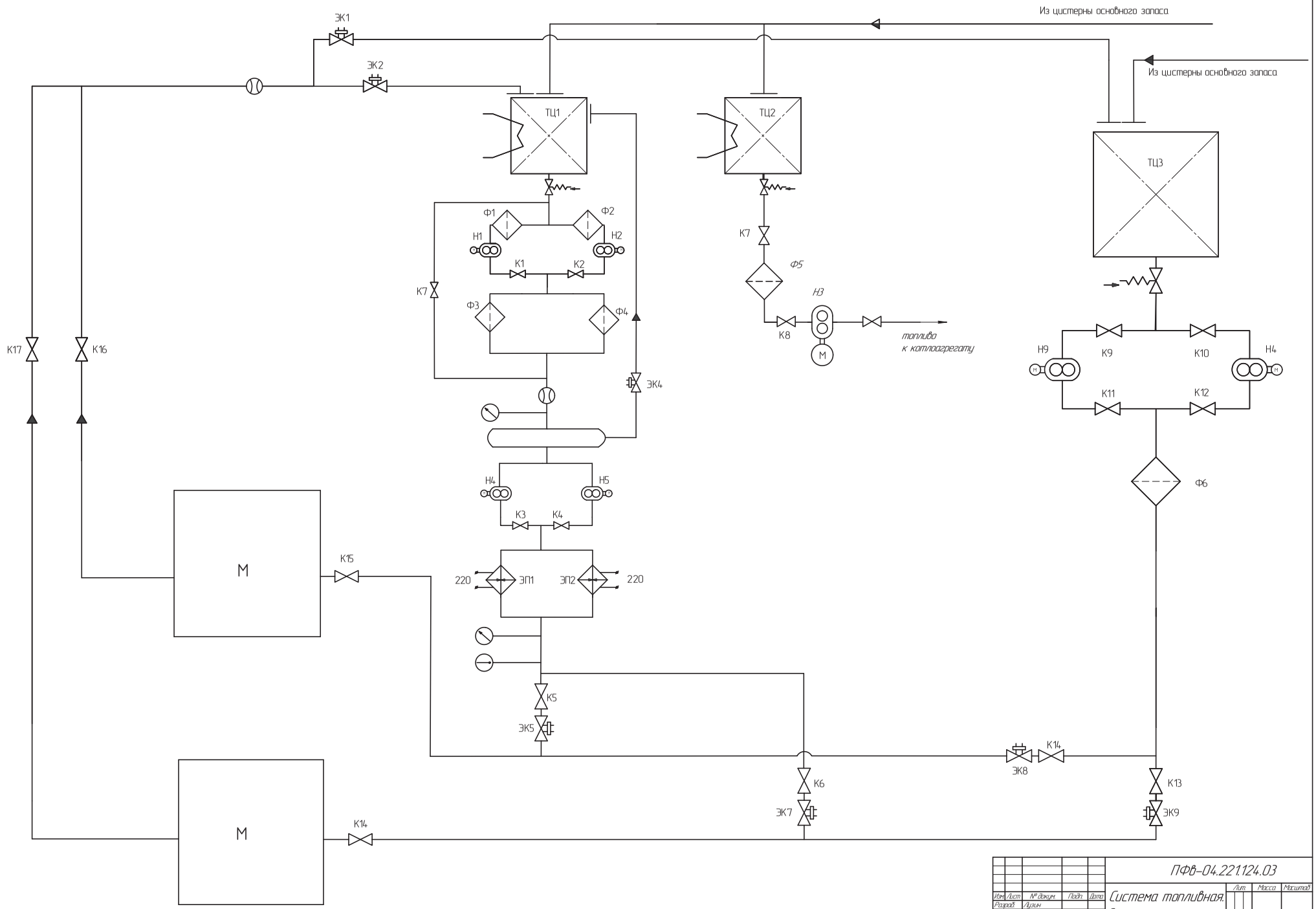
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.221124.03			
Разраб.		Лузин			Система топливная. Схема принципиальная	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Колыбанов						
Т.контр.						Лист	Листов	
Н.контр.						ВГУВТ		
Утв.								

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

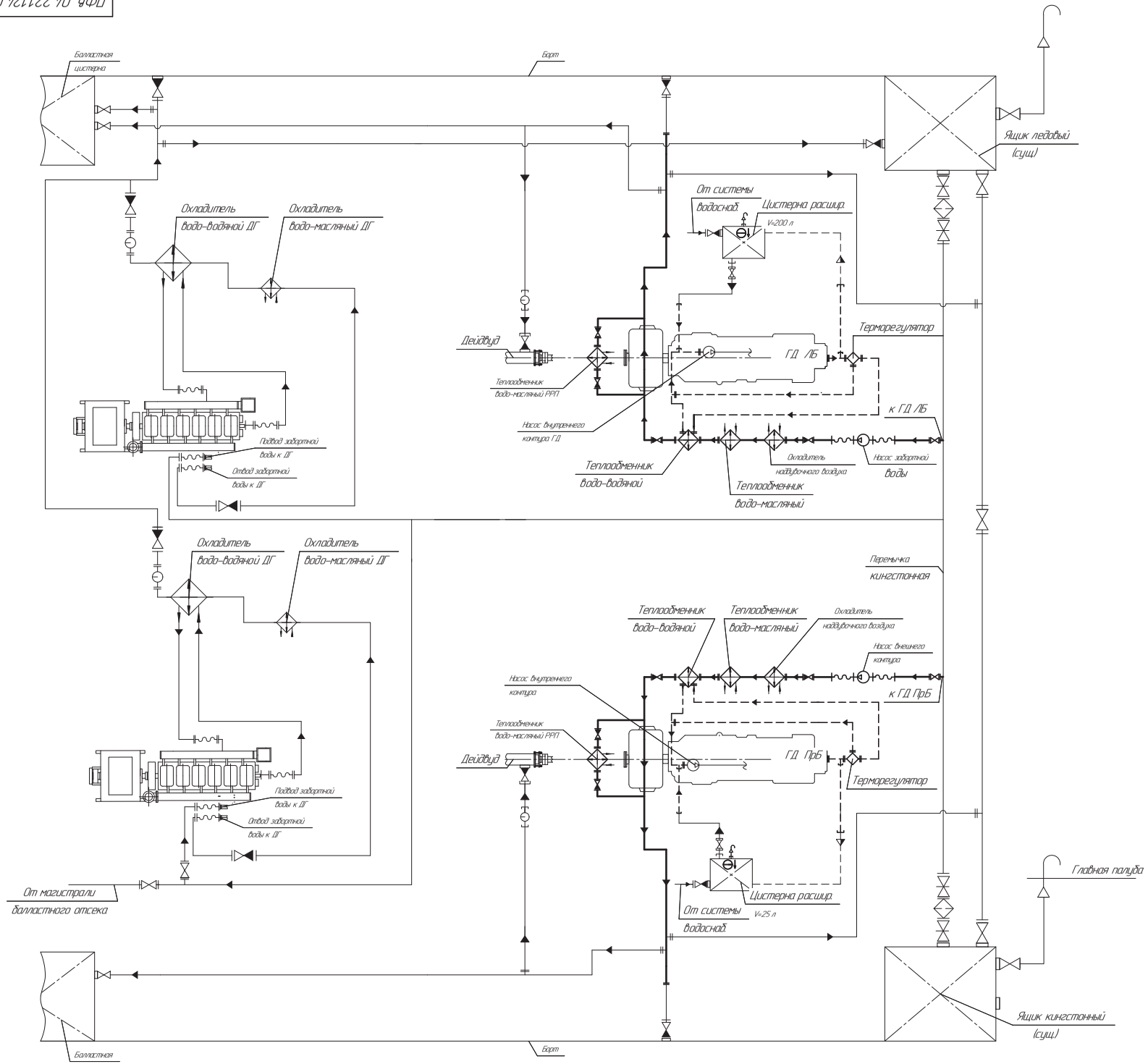
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ПФВ-04.221124.004



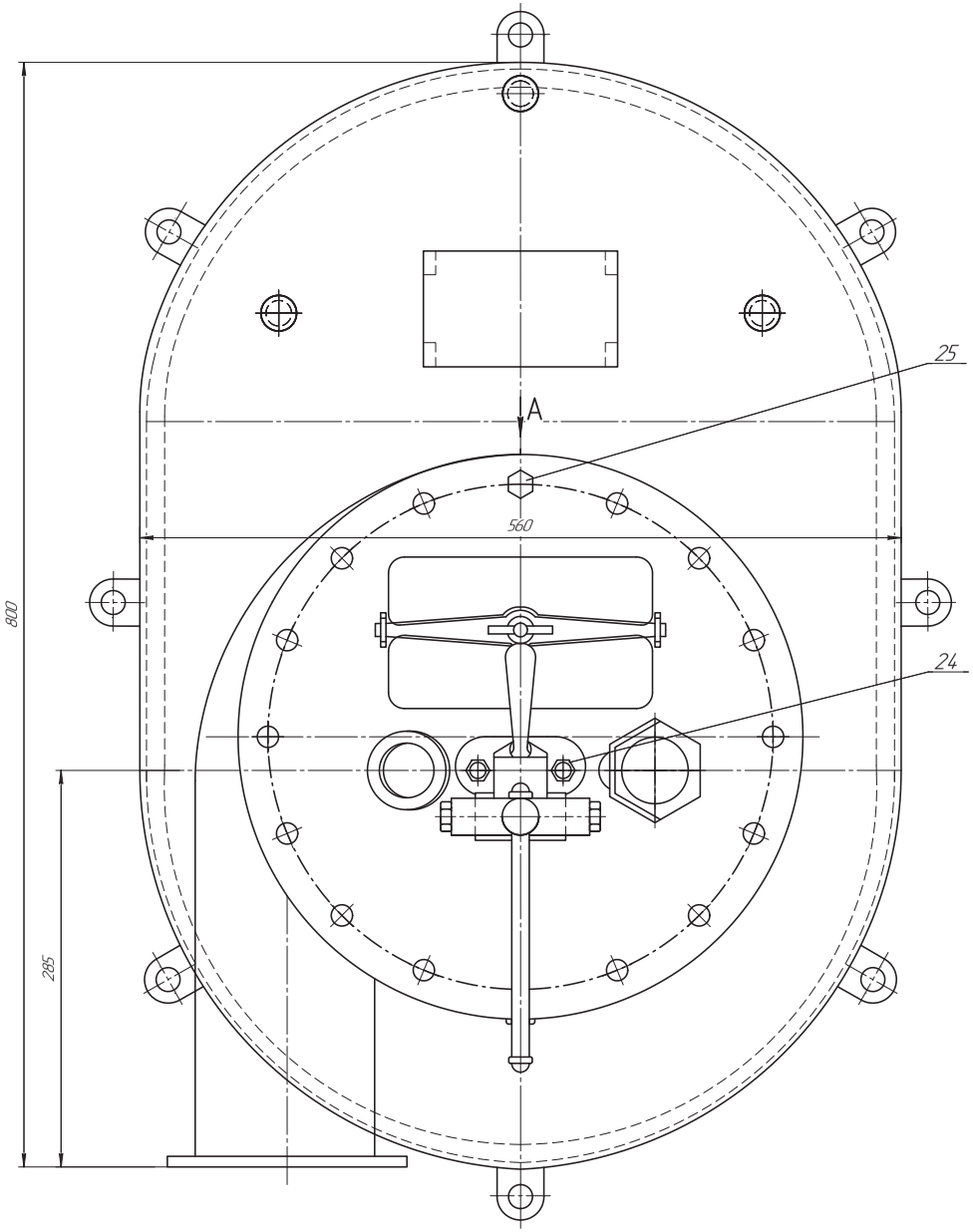
Условные обозначения	
Условное обозначение	Наименование
	Клапан запорный проходной
	Клапан невозвратно-запорный проходной
	Соединение гибкое
	Соединения труб штуцерно-торцовое
	Соединение фланцевое
	Насос центробежный
	Фонарь смотровой
	Задвижка клинкетная
	Трубопровод забортной воды вновь прокладываемый
	Трубопровод забортной воды существующий
	Трубопровод внутреннего контура прокладываемый
	Теплообменник
	Пересечение трубопроводов
	Подвеска на трубу
	Гусек
	Колонка измерительная
	Датчик уровня
	Терморегулятор (термостат)
	Отвод пароводяной смеси существующий

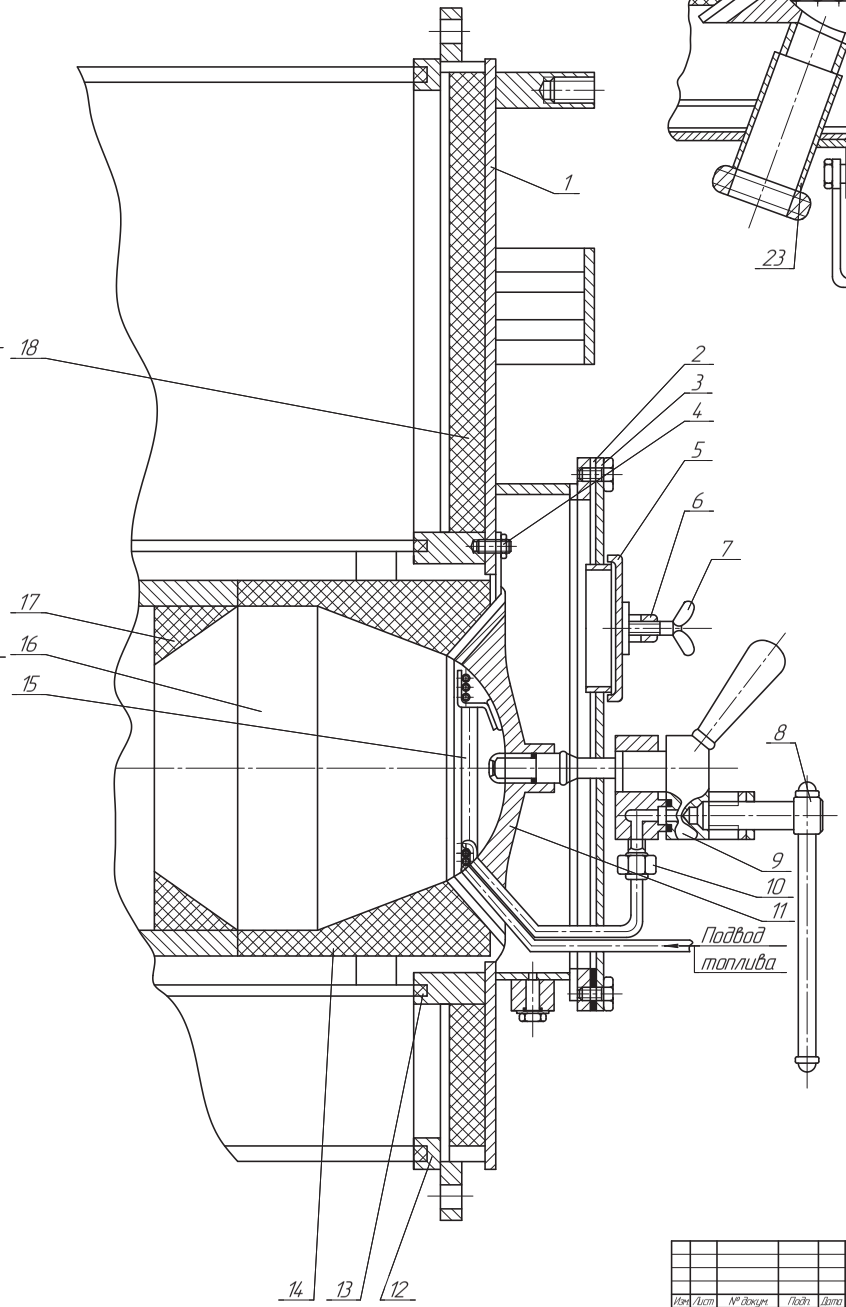
					ПФВ-04.221.124.04			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Система охлаждения. Схема принципиальная	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Лузин						
Пров.		Колыбанов				Лист	Листов 1	
Т.контр.						ВГУВТ		
Н.контр.								
Утв.								

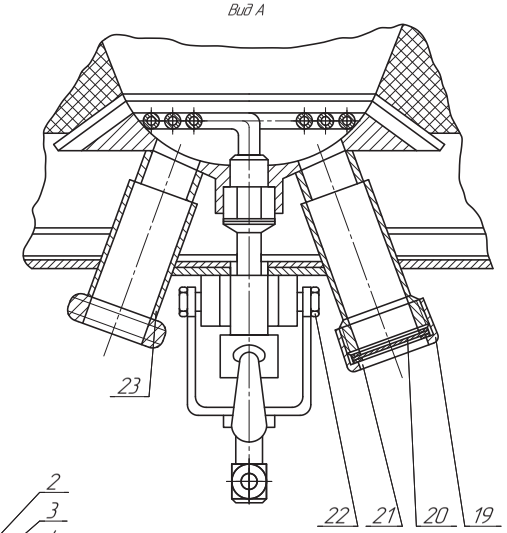
Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Копировал | Формат А1

ПФВ-04.221124.05 ВО







					ПФВ-04.221124.05 ВО			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Топочное устройство модернизированного котла КОАВ-200 Чертеж общего вида	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Лузин						1:2
Пров.		Колыбанов				Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.						ВГУВТ		
Утв.								

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

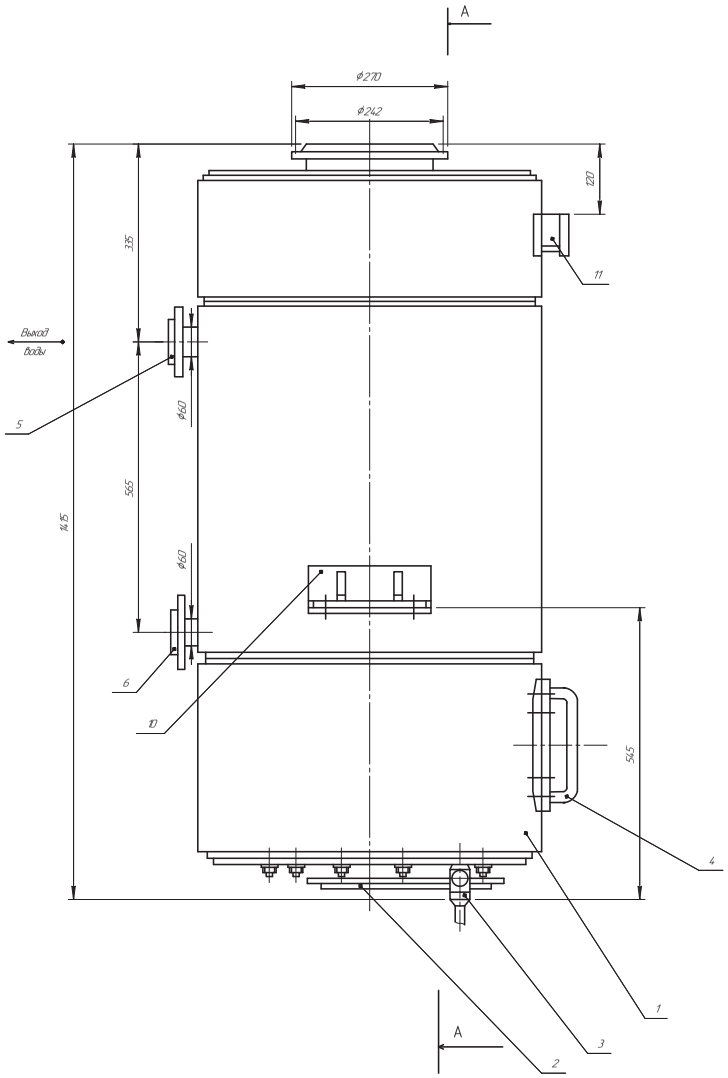
Подп. и дата

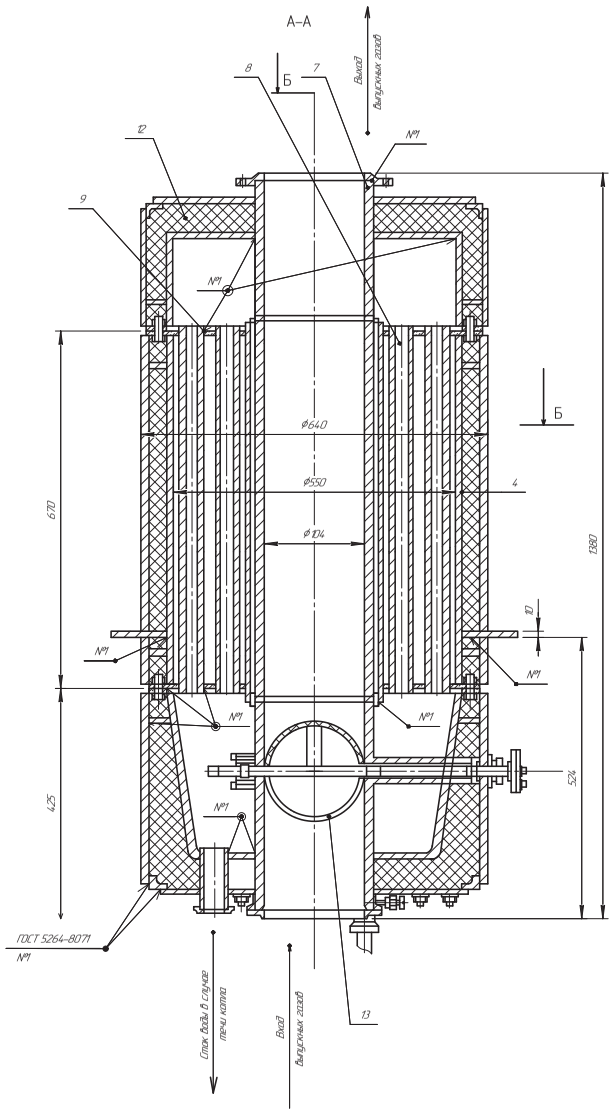
Инв. № дубл.

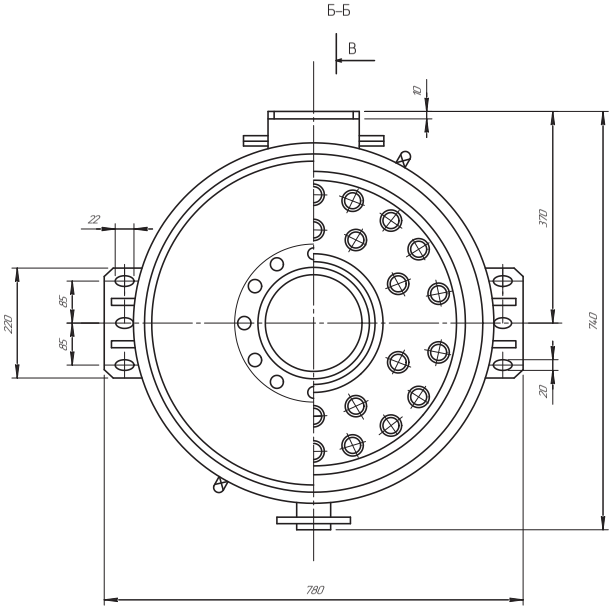
Взам. инв. №

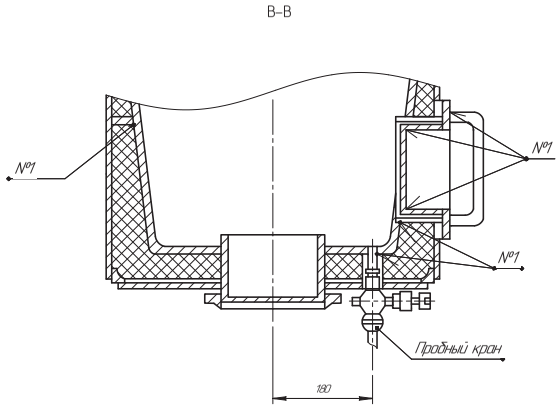
Подп. и дата

Инв. № подл.









Основные технические характеристики котла

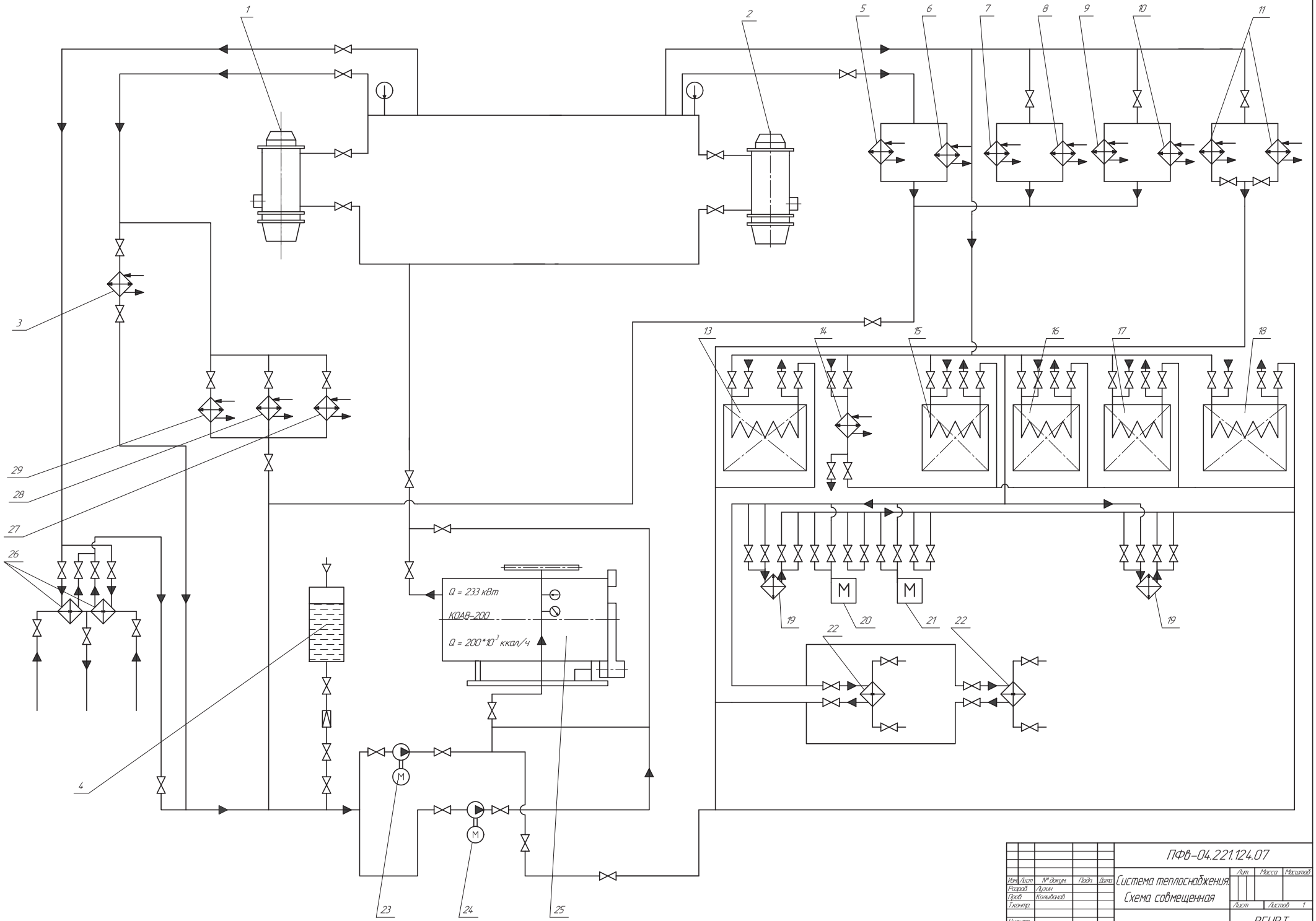
Характеристика	Обозн.	Размер	Числов. зн.
Поверхность нагрева котла	F	$м^2$	2,7
Тепловой поток котлоагрегата	Q	кВт	31
Рабочее давление	P	мПа	0,2
Водяные трубки ø4,5×3	шт	–	28
Масса котла без воды	m	кг	445
Температура выхлопных газов	Твых.	^0C	400
Газовое сопротивление котла	–	Па	1765
Масса котла с водой	m	кг	600

					ПФВ-04.221.124.06ВО			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Котел утилизационный водогрейный. Чертеж общего вида	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Лузин					445	15
Пров.		Колыбанов				Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.						ВГУВТ		
Утв.								

Копировал Формат А1

Перв. примен. 15 | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

ПФВ-04.221.124.07



					ПФВ-04.221.124.07			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Система теплоснабжения. Схема совмещенная	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Лузин						
Пров.		Колыванов				Лист	Листов 1	
Т.контр.						ВГУВТ		
Н.контр.								
Утв.								

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

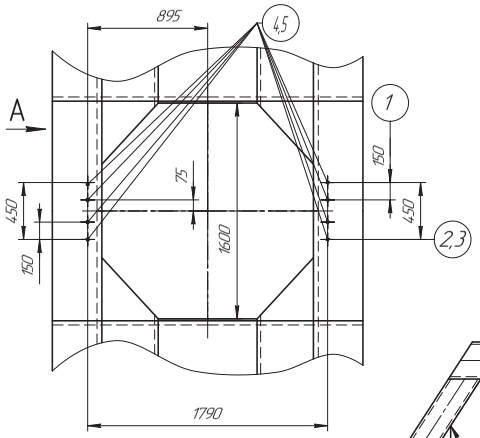
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

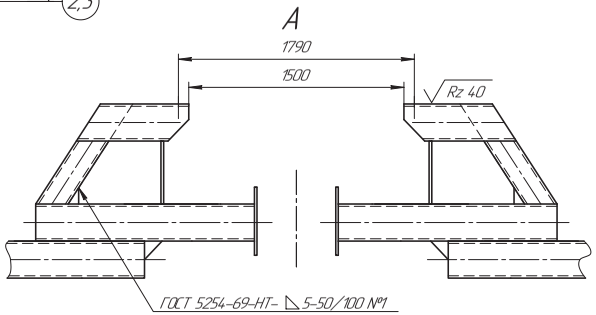
Разработал	Лузин Д.А.	Подготовительная	
Проверил			
Руководитель	Колыванов В.В.		
Н.Контр.			
Утвердил		Монтаж утилизационного котлоагрегата	000



1. Проверить горизонтальность фундамента относительно полубы
2. Установить шаблон на фундамент
3. Закрепить шаблон от перемещений
4. Разметить на фундаменте отверстия под установку
5. Керить по разметке

Инструмент

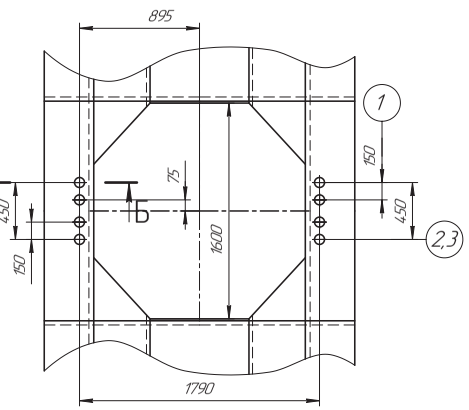
Уровень рамный 200-002 ГОСТ 9392-75
Линейка 1600 ГОСТ 427-75
Чертилка 7840-1004 ГОСТ 24423-8
Керно 4.300055Н12х1 ГОСТ 7213-75



КЭ

ГОСТ 3.1105-74 форма 5 1093-6

Разработал		Сверлильная	
Проверил			
Руководитель			
Утвердил			
Н.Контр.		Монтаж утилизационного котлоагрегата	005



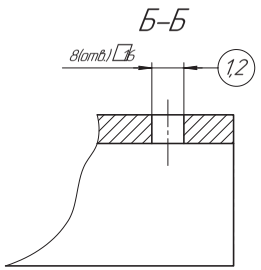
1. Сверлить отверстия ф16мм
2. Зачистить заусенцы, острые кромки притупить

Оборудование

Электросверлильный ДР-1000 ГОСТ 8274-93
Эл. шлифовальная машинка УМ-750 ГОСТ 11903-78

Инструмент

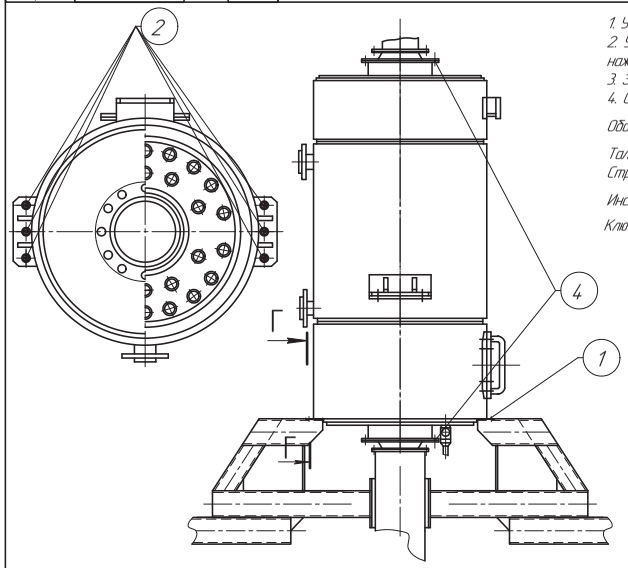
Сверло 2301-0039 ГОСТ 1903-77



КЭ

ГОСТ 3.1105-74 форма 5 1093-6

Разработал		Монтажная	
Проверил			
Руководитель			
Утвердил			
Н.Контр.		Монтаж утилизационного котлоагрегата	010



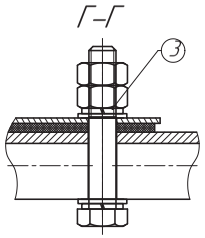
1. Установить прокладочный материал
2. Установить Котлоагрегат, надеть шайбы, наживить болты
3. Закрепить гайки на болтах
4. Соединить фланцы трубопроводов

Оборудование

Тали ручные РТК-2 ГОСТ 6899-75
Стропы ГОСТ 6899-75

Инструмент

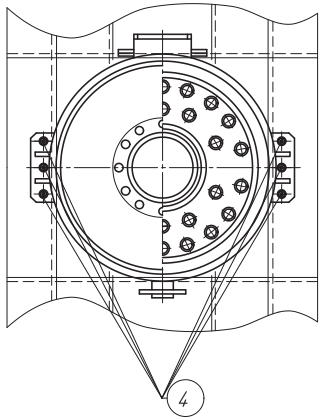
Ключи гаечные ГОСТ 2839-80

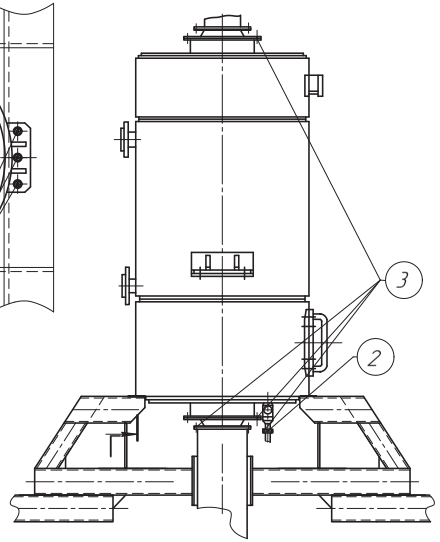


КЭ

ГОСТ 3.1105-74 форма 5 1093-6

Разработал		Контрольная	
Проверил			
Руководитель			
Утвердил			
Н.Контр.		Монтаж утилизационного котлоагрегата	015





1. Проверить плотность прилегания установки к фундаментной раме
2. Испытать давлением P=1,25раб
3. Проверить герметичность фланцевых соединений
4. Проверить крепление установки к фундаментной раме

Оборудование

Гидравлический ручной пресс Рраб=4,0 МПа

Инструмент

Ключи гаечные ГОСТ 2839-80
Набор щупов ТУ2-034-225-87
Манометр 0-4,0 МПа

КЭ

ГОСТ 3.1105-74 форма 5 1093-6

Технико-экономические показатели буксира-толкача проекта 428.2

Наименование показателей	До модернизации	После модернизации	Соотношение, %
Мощность ГСЭУ, кВт	1470	2000	136,05
Провозная способность, млн. ткм	283,5	313,2	110,0
Балансовая стоимость, млн. руб.	180	186,273	103,5
Эксплуатационные расходы, тыс. руб.	41465,3	39919,9	96,3
в том числе на топливо и смазочные материалы, тыс.руб.	21233,3	19232,7	90,6
Себестоимость перевозок, руб./т.км.	0,146	0,128	87,7
Годовой экономический эффект, тыс.руб.	8769,6	8769,6	100,0
Прибыль от перевозки грузов, тыс. руб.	14384,2	15929,5	110,7
Рентабельность основных фондов, %	7,99	8,55	–
Срок окупаемости, лет	–	6,15	–

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.221.120.09			
Разраб.		Лузин			Технико-экономические показатели	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Колыбанов						
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Консульт.						ВГУВТ		
Н.контр.								
Утв.								

Копировал | Формат А1

Поз	Наименование	Кол	Примечание
1	Крышка передней стенки	1	
2	Прокладка		
3	Крышка топочного устройства	1	
4	Шпилька М10х1.5	2	ГОСТ 20031-78
5	Крышка лючка	2	
6	Винт прижимной	1	
7	Коромысло	1	
8	Устройство крепления		
9	Форсунка	1	
10	Подвод топлива		
11	Фронтон	1	
12	Уплотнение		
13	Уплотнение		
14	Фурма	1	
15	Подогреватель	1	
16	Предкамера	1	
17	Конус	1	
18	Передняя стенка		
19	Гайка фотоэлемента	1	
20	Стекло	1	
21	Смотровое окно	1	
22	Болт М10х2.5	2	ГОСТ 7798-74
23	Устройство ручного розжига	1	
24	Гайка М10	5	ГОСТ 5915-51
25	Болт М10х2.5	16	ГОСТ 7798-74

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Лузин		
Пров.		Колыванов		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ПФВ-04.221.124.05

Топочное устройство модернизированного котла КОАВ-200
Таблица

Лит.	Масса	Масштаб
Лист	Листов 1	

ВГУВТ

Копировал

Формат А4

Поз. обозна-чение	Наименование	Кол.	Примечание
1	Главный двигатель Д42 (6ЧРН 30/38)	2	P=1000 кВт
2	Котлоагрегат КОАВ-200	1	P=233 кВт
3	Подшипники опорные	6	
4	Цистерна масла расходная для ГД	2	V=0,9 $м^3$
5	Насос предварительной смазки ГД	4	Q=30 $м^3$/ч
6	Щит распределительный для НПС	2	
7	Цистерна шлама масла	1	V=2,3 $м^3$
8	Сепаратор масла MAPX-207-24S	1	Q=5 $м^3$/ч
9	Охладитель воды ГД	2	
10	Цистерна шлама топлива	1	V=1,3 $м^3$
11	Сепаратор дизельного топлива MAPX-207-14S	1	
12	Подогреватель топлива ЕНМ	1	
13	Баллон пусковой для ГД и ДГ	4	V=0,4 $м^3$
14	Компрессор 2 ОК-1-Э6/1	2	Q=30 $м^3$/ч
15	Щит распределительный для компрессоров	1	
16	Фильтр масленный для ГД	2	
17	Баллон воздушный для хоз. нужд	1	V=0,15 $м^3$
18	АСФ	1	
19	Насос осушительный НЦС-3	2	Q=36,4 $м^3$/ч
20	Щит главный распределительный	1	
21	Подшипник упорный	2	
22	Ящик забортный воды	2	
23	Охладитель масла ГД	2	
24	Колонка смесительная	1	
25	Насос пожарный	1	Q=51 $м^3$/ч
26	Щит электрический для пожарного насоса	1	
27	Цистерна основного запаса ДТ	2	
28	Цистерна основного запаса МТ	2	
29	Установка сепарирования МТ	1	

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Лузин		
Пров.		Колыванов		
Н.контр.				
Утв.				

ПФВ-04.221.124.02 ТБ

Расположение механизмов и оборудования в машинном помещении

Таблица

Лит.	Лист	Листов
	1	2

ВГУВТ

Копировал

Формат А4

Поз. обозна-чение	Наименование	Кол.	Примечание
30	Щит АПС	1	
31	Гидрофор	2	V=0,25 м^3
32	Бойлер комбенированный	2	V=0,2 м^3
33	Насос стационарный	2	
34	Цистерна отсечного топлива	1	V=0,15 м^3
35	Насос забортной воды	1	Q=2,7 м^3/ч
36	Дизель-генератор ДГРА150/750	2	P=150 кВт
37	Дизель-генератор стоячный ДГА50-9	1	P=50 кВт
38	Цистерна подсланевых вод	1	
39	Бак расширительный для ДГ	1	
40	Насос топливный	2	Q=16,5 м^3/ч
41	Насос топливоподкачивающий	2	

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Поз. обозна-чение	Наименование	Кол.	Примечание
Ц1,Ц2	Расходная цистерна моторного топлива	2	
Ц3	Расходная цистерна дизельного топлива	1	
К1–16	Клапан проходной	16	
ЭК	Клапан электромагнитный	7	
Ф	Фильтр тонкой очистки топлива	6	
Н	Насос топливоподкачивающий	6	
М	ГД 6ЧРН 30/38	2	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Лузин		
Пров.		Колыванов		
Н.контр.				
Утв.				

ПФВ–04.221.124.03 ТБ

Система топливоподготовки

Таблица

Лит.	Лист	Листов
		1

ВГУВТ

Копировал

Формат А4

Поз. обозна-чение	Наименование	Кол.	Примечание
1	Корпус внешний	1	
2	Патрубок приемный	1	
3	Клапан	1	
4	Лючок	1	
5	Патрубок выходной	1	
6	Патрубок входной	1	
7	Патрубок вывода газов	1	
8	Поверхность нагрева		
9	Доска трубная	2	
10	Опора горизонтальная	2	
11	Опора вертикальная	1	
12	Изоляция		
13	Заслонка	1	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Лузин		
Пров.		Колыванов		
Н.контр.				
Утв.				

ПФВ-04.221.124.06 ТБ

Котел утилизационный водогрейный
Таблица

Лит.	Лист	Листов
		1

ВГУВТ

Копировал

Формат А4

Поз. обозна-чение	Наименование	Кол.	Примечание
1	Котлоагрегат утилизационный (ДГ пр.борт)	1	Q=31кВт
2	Котлоагрегат утилизационный (ДГ л.борт)	1	Q=31кВт
3	Бойлер горячей воды	1	
4	Бак пневматический	1	
5	Грелка бани	1	$F=2,2м^3$
6	Грелка душа	1	$F=0,6м^3$
7–8	Грелка сушилки	2	$F=2,4м^3$
9–10	Грелка сушилки спецодежды	2	$F=3,0м^3$
11	Нагреватель воздуха	1	
12	Агрегат воздушно-отопительный	2	
13	Цистерна дизельного топлива	1	$V=44м^3$
14	Агрегат отопительный СТД-100	1	
15–16	Цистерна моторного топлива	2	$V=38,8м^3$, $V=24,8м^3$
17	Цистерна расходно-отстойная моторного топлива	1	
18	Цистерна шламовая	1	
19	Холодильник масленный ГД	2	
20	Двигатель главный 6ЧРН 30/38	2	
21	Вспомогательный дизель-генератор	2	
22	Подогрев моторного топлива	2	
23	Насос циркуляционный ЭНЦ4.5/6.2	1	
24	Насос циркуляционный К8/18 (резервный)	1	$Q=8м^3/ч$
25	Котлоагрегат автономный КОАВ-200	1	Q=232кВт
26	Грелка камбуза	2	$F=2,4м^3$
27–28	Грелка румпельного отделения	2	$F=2,0м^3$
29	Грелка кладовая	1	$F=1,25м^3$

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПФВ-04.221.124.07 ТБ			
Разраб.		Лузин			Система теплоснабжения. Таблица	Лит.	Лист	Листов 1
Пров.		Колыванов				ВГУВТ		
Н.контр.								
Утв.								

Копировал Формат А4